

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты

Руководство по безопасности
№ RS-G-1.8



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ И ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

В соответствии со статьей III своего Устава МАГАТЭ уполномочено устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

Публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы, выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ. В этой серии охватываются вопросы ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов. Категории публикаций в этой серии – это **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности.**

Информацию о программе по нормам безопасности МАГАТЭ можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

На этом сайте содержатся тексты опубликованных норм безопасности и проектов норм безопасности на английском языке. Тексты норм безопасности выпускаются на арабском, испанском, китайском, русском и французском языках, там также можно найти глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности и доклад о ходе работы над еще не выпущенными нормами безопасности. Для получения дополнительной информации просьба обращаться в МАГАТЭ по адресу: Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria.

Всем пользователям норм безопасности МАГАТЭ предлагается сообщать МАГАТЭ об опыте их использования (например, в качестве основы для национальных регулирующих положений, для составления обзоров безопасности и учебных курсов) в целях обеспечения того, чтобы они по-прежнему отвечали потребностям пользователей. Эта информация может быть направлена через сайт МАГАТЭ в Интернете или по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу Official.Mail@iaea.org.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

МАГАТЭ обеспечивает применение норм и в соответствии со статьями III и VIII.C своего Устава предоставляет сведения и способствует обмену информацией, касающейся мирной деятельности в ядерной области, и служит в этом посредником между своими государствами-членами.

Доклады по вопросам безопасности в ядерной деятельности выпускаются в качестве **докладов по безопасности**, в которых приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности.

Другие публикации МАГАТЭ по вопросам безопасности выпускаются в качестве публикаций по **аварийной готовности и реагированию, докладов по радиологическим оценкам, докладов ИНСАГ** – Международной группы по ядерной безопасности, **технических докладов** и документов серии **TECDOC**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиологическим авариям, учебные пособия и практические руководства, а также другие специальные публикации по вопросам безопасности.

Публикации по вопросам физической безопасности выпускаются в **Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.**

Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии состоит из информационных публикаций, предназначенных способствовать и содействовать научно-исследовательской работе в области ядерной энергии, а также развитию ядерной энергии и ее практическому применению в мирных целях. В ней публикуются доклады и руководства о состоянии технологий и успехах в их совершенствовании, об опыте, образцовой практике и практических примерах в области ядерной энергетики, ядерного топливного цикла, обращения с радиоактивными отходами и снятия с эксплуатации.

МОНИТОРИНГ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ИСТОЧНИКОВ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
РАДИАЦИОННОЙ
ЗАЩИТЫ

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	СВАЗИЛЕНД
Бангладеш	КОЛУМБИЯ	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
БАРБАДОС	КОНГО	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАХРЕЙН	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНЕГАЛ
БЕЛАРУСЬ	КОСТА-РИКА	СЕРБИЯ
БЕЛИЗ	КОТ-д'Ивуар	СИНГАПУР
БЕЛЬГИЯ	КУБА	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ
БЕНИН	КУВЕЙТ	РЕСПУБЛИКА
БОЛГАРИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СЛОВАКИЯ
БОЛИВИЯ, МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ	ЛАТВИЯ	СЛОВЕНИЯ
ГОСУДАРСТВО	ЛАОССКАЯ НАРОДНО-	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	ВЕЛИКОБРИТАНИИ И
БОТСВАНА	РЕСПУБЛИКА	СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БРАЗИЛИЯ	ЛЕСОТО	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ
БРУНЕЙ-ДАРУССАЛАМ	ЛИБЕРИЯ	АМЕРИКИ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВАН	СУДАН
БУРУНДИ	ЛИВИЯ	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП.	ЛИТВА	ТАДЖИКИСТАН
МАКЕДОНИЯ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАИЛАНД
ВАНУАТУ	ЛЮКСЕМБУРГ	ТОГО
ВЕНГРИЯ	МАВРИКИЙ	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ВЕНЕСУЭЛА,	МАВРИТАНИЯ	ТУНИС
БОЛИВАРИАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МАДАГАСКАР	ТУРКМЕНИСТАН
ВЬЕТНАМ	МАЛАВИ	ТУРЦИЯ
ГАБОН	МАЛАЙЗИЯ	УГАНДА
ГАИТИ	МАЛИ	УЗБЕКИСТАН
ГАЙАНА	МАЛЬТА	УКРАИНА
ГАНА	МАРОККО	УРУГВАЙ
ГВАТЕМАЛА	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	ФИДЖИ
ГЕРМАНИЯ	МЕКСИКА	ФИЛИППИНЫ
ГОНДУРАС	МОЗАМБИК	ФИНЛЯНДИЯ
ГРЕЦИЯ	МОНАКО	ФРАНЦИЯ
ГРУЗИЯ	МОНГОЛИЯ	ХОРВАТИЯ
ДАНИЯ	МЬЯНМА	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	НАМИБИЯ	РЕСПУБЛИКА
РЕСПУБЛИКА КОНГО	НЕПАЛ	ЧАД
ДЖИБУТИ	НИГЕР	ЧЕРНОГОРИЯ
ДОМИНИКА	НИГЕРИЯ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКАНСКАЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ЧИЛИ
РЕСПУБЛИКА	НИКАРАГУА	ШВЕЙЦАРИЯ
ЕГИПЕТ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЦИЯ
ЗАМБИЯ	НОРВЕГИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ЗИМБАБВЕ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА	ЭКВАДОР
ИЗРАИЛЬ	ТАНЗАНИЯ	ЭРИТРЕЯ
ИНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ	ЭСТОНИЯ
ИНДОНЕЗИЯ	АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭФИОПИЯ
ИОРДАНИЯ	ОМАН	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИРАК	ПАКИСТАН	ЯМАЙКА
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ	ПАЛАУ	ЯПОНИЯ
РЕСПУБЛИКА	ПАНАМА	
ИРЛАНДИЯ	ПАРАГВАЙ	
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 НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ, № RS-G-1.8

МОНИТОРИНГ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ИСТОЧНИКОВ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
РАДИАЦИОННОЙ
ЗАЩИТЫ

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2016

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена 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 является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа сбыта и маркетинга, Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
факс: +43 1 2600 29302
тел.: +43 1 2600 22417
эл. почта: sales.publications@iaea.org
веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2016

Отпечатано МАГАТЭ в Австрии
Июнь 2016 года
STI/PUB/1216

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2016 ГОД
STI/PUB/1216
ISBN 978–92–0–405116–2
ISSN 1020–5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

Устав МАГАТЭ уполномочивает Агентство устанавливать нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества – нормы, которые МАГАТЭ должно использовать в своей собственной работе и которые государства могут применять посредством их включения в свои регулирующие положения в области ядерной и радиационной безопасности. Всеобъемлющий свод регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении стал ключевым элементом глобального режима безопасности.

В середине 1990-х годов было начато осуществление существенного пересмотра программы норм МАГАТЭ по безопасности, была введена пересмотренная структура комитета по надзору и принят системный подход к обновлению всего свода норм. В результате этого новые нормы отвечают наивысшим требованиям и воплощают наилучшую практику в государствах-членах. С помощью Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм безопасности.

Однако нормы безопасности эффективны лишь тогда, когда они правильно применяются на практике. Услуги, оказываемые МАГАТЭ в области обеспечения безопасности, которые касаются вопросов инженерной безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов, а также вопросов регулирования и культуры безопасности в организациях, помогают государствам-членам применять эти нормы и оценивать их эффективность. Эти услуги в области обеспечения безопасности позволяют осуществлять обмен ценной информацией, и я продолжаю призывать все государства-члены пользоваться ими.

Ответственность за деятельность по регулированию ядерной и радиационной безопасности возлагается на страны, и многие государства-члены принимают решение применять нормы МАГАТЭ по безопасности в своих национальных регулирующих положениях. Для договаривающихся сторон различных международных конвенций по безопасности нормы МАГАТЭ являются согласованным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств, вытекающих из этих конвенций. Указанные нормы применяются также проектировщиками, изготовителями оборудования и операторами во всем мире в целях повышения ядерной и радиационной безопасности в энергетике, медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и образовании.

МАГАТЭ серьезно относится к долгосрочной задаче, стоящей перед всеми пользователями и регулирующими органами, - обеспечивать высокий уровень безопасности при использовании ядерных материалов и источников излучения во всем мире. Их непрерывное использование на благо человечества должно осуществляться безопасным образом, и нормы МАГАТЭ по безопасности предназначены для содействия достижению этой цели.

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиоактивность – это естественное явление, и в окружающей среде присутствуют природные (естественные) источники излучения. Ионизирующие излучения и радиоактивные вещества с пользой применяются во многих сферах – от производства энергии до использования в медицине, промышленности и сельском хозяйстве. Радиационные риски, которым в результате этих применений могут подвергаться работники, население и окружающая среда, подлежат оценке и должны в случае необходимости контролироваться.

Поэтому такая деятельность, как медицинское использование радиации, эксплуатация ядерных установок, производство, перевозка и использование радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами, должна осуществляться в соответствии с нормами безопасности.

Регулированием вопросов безопасности занимаются государства. Однако радиационные риски могут выходить за пределы национальных границ, и в рамках международного сотрудничества принимаются меры по обеспечению и укреплению безопасности в глобальном масштабе посредством обмена опытом и расширения возможностей для контроля опасностей, предотвращения аварий, реагирования в случае аварийных ситуаций и смягчения любых вредных последствий.

Государства обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую осторожность, и предполагается, что они будут выполнять свои национальные и международные обязательства.

Международные нормы безопасности содействуют выполнению государствами своих обязательств согласно общим принципам международного права, например, касающимся охраны окружающей среды. Кроме того, международные нормы безопасности укрепляют и обеспечивают уверенность в безопасности и способствуют международной торговле.

Глобальный режим ядерной безопасности постоянно совершенствуется. Нормы безопасности МАГАТЭ, которые поддерживают осуществление имеющих обязательную силу международных договорно-правовых документов и функционирование национальных инфраструктур безопасности, являются краеугольным камнем этого глобального режима. Нормы безопасности МАГАТЭ – это полезный инструмент, с помощью которого договаривающиеся стороны оценивают свою деятельность по выполнению этих конвенций.

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Статус норм безопасности МАГАТЭ вытекает из Устава МАГАТЭ, которым Агентство уполномочивается устанавливать и применять, в консультации и, в надлежащих случаях, в сотрудничестве с компетентными органами Организации Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями, нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

В целях обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения нормы безопасности МАГАТЭ устанавливают основополагающие принципы безопасности, требования и меры для обеспечения контроля за радиационным облучением людей и выбросом радиоактивного материала в окружающую среду, ограничения вероятности событий, которые могут привести к утрате контроля за активной зоной ядерного реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником или любым другим источником излучения, и смягчения последствий таких событий в случае, если они будут иметь место. Нормы касаются установок и деятельности, связанных с радиационными рисками, включая ядерные установки, использование радиационных и радиоактивных источников, перевозку радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами.

Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности¹ преследуют общую цель защиты жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды. Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности должны разрабатываться и осуществляться комплексно, таким образом, чтобы меры по обеспечению физической безопасности не осуществлялись в ущерб безопасности, и наоборот, чтобы меры по обеспечению безопасности не осуществлялись в ущерб физической безопасности.

Нормы безопасности МАГАТЭ отражают международный консенсус в отношении того, что является основой высокого уровня безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Они выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ, которая состоит из документов трех категорий (см. рис. 1).

¹ См. также публикации в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

Основы безопасности

Основы безопасности содержат основополагающие цели и принципы защиты и безопасности и служат основой для требований безопасности.

Требования безопасности

Комплексный и согласованный набор требований безопасности устанавливает требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Требования регулируются целями и принципами основ безопасности. Если требования не выполняются, то должны приниматься меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. Формат и стиль требований облегчают их гармоничное использование для создания национальной основы регулирования. Требования, включая пронумерованные всеобъемлющие требования, выражаются формулировками «должен, должна, должно, должны». Многие требования конкретной стороне не адресуются, а это означает, что за их выполнение отвечают соответствующие стороны.

Руководства по безопасности

В руководствах по безопасности содержатся рекомендации и руководящие материалы, касающиеся выполнения требований безопасности, и в них выражается международный консенсус в отношении необходимости принятия рекомендуемых мер (или эквивалентных альтернативных мер). В руководствах по безопасности сообщается о международной положительной практике, и они во все большей степени отражают образцовую практику с целью помочь пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола «следует».

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Основные пользователи норм безопасности в государствах – членах МАГАТЭ – это регулирующие и другие соответствующие государственные органы. Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ используются другими организациями-спонсорами и многочисленными организациями, которые занимаются проектированием, сооружением и эксплуатацией ядерных установок, а также организациями, участвующими в использовании радиационных и радиоактивных источников.

Нормы безопасности МАГАТЭ применяются в соответствующих случаях на протяжении всего жизненного цикла всех имеющихся и новых установок, используемых в мирных целях, и на протяжении всей нынешней и новой деятельности в мирных целях, а также в отношении защитных мер для уменьшения существующих радиационных рисков. Они могут использоваться государствами в качестве базы для их национальных регулирующих положений в отношении установок и деятельности.

Согласно Уставу МАГАТЭ нормы безопасности являются обязательными для МАГАТЭ применительно к его собственной работе, а также для государств применительно к работе, выполняемой с помощью МАГАТЭ.

Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ закладывают основу для услуг МАГАТЭ по рассмотрению безопасности, и они используются МАГАТЭ в содействии повышению компетентности, в том числе, для разработки учебных планов и организации учебных курсов.

Международные конвенции содержат требования, аналогичные требованиям, которые изложены в нормах безопасности МАГАТЭ, и делают их обязательными для договаривающихся сторон. Нормы безопасности МАГАТЭ, подкрепляемые международными конвенциями, отраслевыми стандартами и подробными национальными требованиями,

создают прочную основу для защиты людей и охраны окружающей среды. Существуют также некоторые особые вопросы безопасности, требующие оценки на национальном уровне. Например, многие нормы безопасности МАГАТЭ, особенно те из них, которые посвящены вопросам планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, предназначаются, прежде всего, для применения к новым установкам и видам деятельности. На некоторых существующих установках, сооруженных в соответствии с нормами, принятыми ранее, требования, установленные в нормах безопасности МАГАТЭ, в полном объеме соблюдаться не могут. Вопрос о том, как нормы безопасности МАГАТЭ должны применяться на таких установках, решают сами государства.

Научные соображения, лежащие в основе норм безопасности МАГАТЭ, обеспечивают объективную основу для принятия решений по вопросам безопасности; однако лица, отвечающие за принятие решений, должны также выносить обоснованные суждения и должны определять, как лучше всего сбалансировать выгоды принимаемых мер или осуществляемой деятельности с учетом соответствующих радиационных рисков и любых иных вредных последствий этих мер или деятельности.

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и четыре комитета по нормам безопасности, охватывающих ядерную безопасность (НУССК), радиационную безопасность (РАССК), безопасность радиоактивных отходов (ВАССК) и безопасную перевозку радиоактивных материалов (ТРАНССК), а также Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за программой по нормам безопасности МАГАТЭ (см. рис. 2).

Все государства – члены МАГАТЭ могут назначать экспертов в комитеты по нормам безопасности и представлять замечания по проектам норм. Члены Комиссии по нормам безопасности назначаются Генеральным директором, и в ее состав входят старшие правительственные должностные лица, несущие ответственность за установление национальных норм.

Для осуществления процессов планирования, разработки, рассмотрения, пересмотра и установления норм безопасности МАГАТЭ создана система управления. Особое место в ней занимают мандат МАГАТЭ, видение будущего применения норм, политики и стратегий безопасности и соответствующие функции и обязанности.

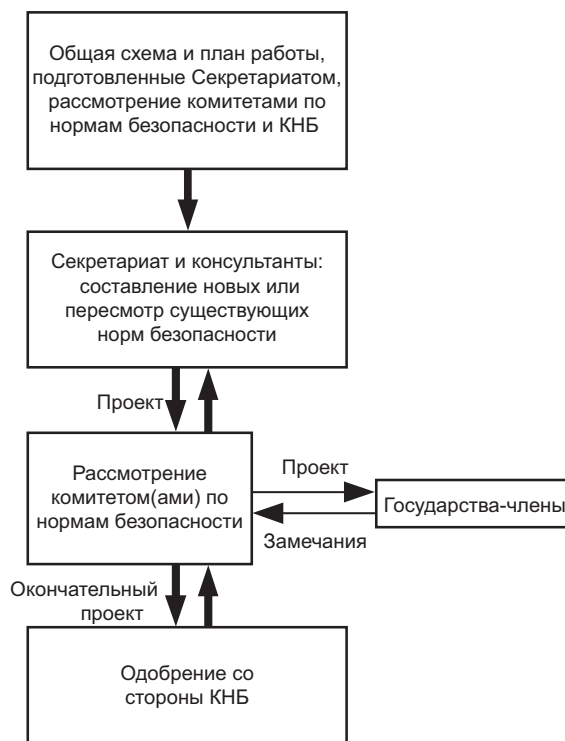


РИС. 2. Процесс разработки новых норм безопасности или пересмотр существующих норм.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

При разработке норм безопасности МАГАТЭ принимаются во внимание выводы Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) и рекомендации международных экспертных органов, в частности, Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Некоторые нормы безопасности разрабатываются в сотрудничестве с другими органами системы Организации Объединенных Наций или другими специализированными учреждениями, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединенных Наций, Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Международную организацию труда, Агентство по ядерной энергии

ОЭСР, Панамериканскую организацию здравоохранения и Всемирную организацию здравоохранения.

ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Относящиеся к безопасности термины должны толковаться в соответствии с определениями, данными в Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности (см. <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>). Во всех остальных случаях в издании на английском языке слова используются с написанием и значением, приведенными в последнем издании Краткого оксфордского словаря английского языка. Для руководств по безопасности аутентичным текстом является английский вариант.

Общие сведения и соответствующий контекст норм в Серии норм безопасности МАГАТЭ, а также их цель, сфера применения и структура приводятся в разделе 1 «Введение» каждой публикации.

Материал, который нецелесообразно включать в основной текст (например, материал, который является вспомогательным или отдельным от основного текста, дополняет формулировки основного текста или описывает методы расчетов, процедуры или пределы и условия), может быть представлен в дополнениях или приложениях.

Дополнение, если оно включено, рассматривается в качестве неотъемлемой части норм безопасности. Материал в дополнении имеет тот же статус, что и основной текст, и МАГАТЭ берет на себя авторство в отношении такого материала. Приложения и сноски к основному тексту, если они включены, используются для предоставления практических примеров или дополнительной информации или пояснений. Приложения и сноски неотъемлемой частью основного текста не являются. Материал в приложениях, опубликованный МАГАТЭ, не обязательно выпускается в качестве его авторского материала; в приложениях к нормам безопасности может быть представлен материал, имеющий другое авторство. Содержащийся в приложениях посторонний материал, с тем чтобы в целом быть полезным, по мере необходимости публикуется в виде выдержек и адаптируется.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.6)	1
	Цель (1.7–1.9)	3
	Область применения (1.10–1.15)	4
	Структура (1.16)	6
2.	СОБЛЮДЕНИЕ РЕГУЛИРУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЙ К МОНИТОРИНГУ ПРИ ВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРИ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ	6
	Правовой контекст (2.1–2.8)	6
	Общие условия для мониторинга (2.9–2.24)	10
3.	ОБЯЗАННОСТИ В ОТНОШЕНИИ МОНИТОРИНГА	16
	Обязанности эксплуатирующей организации (3.1–3.3)	16
	Обязанности регулирующего органа (3.4–3.7)	17
	Обязанности других организаций (3.8–3.11)	19
	Отчетность о результатах мониторинга (3.12–3.18)	21
4.	ОБЩИЕ АСПЕКТЫ ПРОГРАММ МОНИТОРИНГА	23
	Общие сведения (4.1–4.3)	23
	Пути облучения человека (4.4–4.11)	24
	Группы, подверженные облучению (4.12–4.17)	27
	Виды радиационного контроля (4.18–4.31)	29
5.	ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И В СЛУЧАЯХ ВМЕШАТЕЛЬСТВА	34
	Общие сведения (5.1–5.4)	34
	Контроль радиоактивных выбросов от объектов практической деятельности (5.5–5.63)	35
	Мониторинг в ситуациях аварийного облучения (5.64–5.117) ...	54
	Мониторинг в ситуациях хронического (длительного) облучения (5.118–5.132)	68

Вспомогательные программы мониторинга (5.133–5.138)	72
6. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПРОЦЕДУР МОНИТОРИНГА	74
Стратегия пробоотбора (6.1–6.22)	74
Стратегия измерений (6.23–6.29)	84
Неопределенности в данных мониторинга (6.30–6.35)	87
7. ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ДОЗЫ	88
Общие концепции (7.1–7.6)	88
Оценка доз в результате нормальных сбросов (7.7–7.16)	90
Оценка доз в аварийных условиях (7.17–7.27)	93
Оценка доз в ситуациях хронического (длительного) облучения (7.28–7.46)	96
Неопределенности в оценках доз (7.47–7.55)	101
8. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА.	104
Общие принципы (8.1–8.12)	104
Соответствие контрольным уровням и критериям облучения населения при проведении практической деятельности (8.13–8.26)	107
Оценка защитных действий в ситуациях аварийного облучения (8.27–8.45)	111
Оценка восстановительных мер в ситуациях аварийного облучения (8.46–8.54)	116
9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА	118
Обеспечение качества мониторинга (9.1–9.5)	118
Обеспечение качества в области оценки дозы (9.6–9.7)	120
10. РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ	121
Регистрация данных мониторинга (10.1–10.11)	121
Хранение учетных записей (10.12)	123
11. ОБУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ (11.1–11.4)	123

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	125
ГЛОССАРИЙ	129
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	137
ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ	139

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Контролируемый выброс радионуклидов в атмосферу и водную среду является законным практическим способом обращения с радиоактивными отходами, применяемым в атомной промышленности и смежных с ней областях [1]. Как правило, контролируемые выбросы газообразных и аэрозольных веществ, содержащих радионуклиды, осуществляются через вентиляционные трубы, однако на небольших установках выбросы производятся через вытяжные отверстия или, например, через рабочие вытяжки. Контролируемый сброс жидких отходов обычно производится через трубопроводы в реки, озера или моря, но на небольших предприятиях для этого можно также применять обычные системы канализации. Важной и необходимой составляющей контроля выбросов является постоянный мониторинг – осуществляемый как в месте источника выброса, так и в принимающей среде – для обеспечения защиты населения и охраны окружающей среды.

1.2. При ядерной или радиологической аварии могут произойти неконтролируемые выбросы радионуклидов в атмосферу, водную или наземную среду. Мониторинг аварийного выброса в исходном месте его возникновения и особенно непосредственный контроль загрязнения окружающей среды радионуклидами, необходим для проведения оценки и осуществления мер по защите населения, долгосрочных контрмер, а также по аварийной защите персонала от профессионального облучения. В таких случаях имеются основания для проведения индивидуального дозиметрического контроля. В местах, ранее загрязненных долгоживущими радионуклидами, мониторинг необходим для защиты населения и в целях создания основы для проведения восстановительных работ.

1.3. В 1995 году в категории Основы безопасности МАГАТЭ выпустило публикацию «Принципы обращения с радиоактивными отходами» [1]. В ней формулируются принципы, концепции и задачи по защите здоровья людей и охране окружающей среды, поскольку ненадлежащее обращение с радиоактивными отходами может оказать неблагоприятное воздействие на здоровье людей или на состояние окружающей среды как в ближайшей перспективе, так и в будущем.

1.4. В 1996 году МАГАТЭ вместе с пятью другими участвующими организациями¹ опубликовало «Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения» (далее именуемые «Основными нормами безопасности» (ОНБ)) [2]. ОНБ устанавливают требования в отношении защиты от рисков, связанных с ионизирующим излучением и, в частности, они устанавливают требования в отношении радиационного контроля применительно к контролю выбросов с целью проверки соответствия выбросов разрешенным пределам, а также для обеспечения оценки облучения критических групп. ОНБ также устанавливает требования в отношении радиационного контроля и оценки в условиях аварийного облучения, которые излагаются в отдельной публикации категории Требования безопасности [3].

1.5. Требования безопасности по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением, в том числе по выбросам радионуклидов, устанавливаются в другом документе по нормам безопасности [4]. Требования безопасности при приповерхностном захоронении радиоактивных отходов [5] включают требования в отношении радиационного контроля для целей демонстрации соблюдения норм безопасности.

1.6. В настоящем Руководстве по безопасности уточняются требования, установленные в публикациях [2–5]. В нем также учитываются рекомендации Международной комиссии по радиологической защите по вопросу радиационного контроля [6]. Оно дополняет Руководство по безопасности «Регулирующий контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду» [7], где в основном рассматриваются принципы и процедуры, которыми следует руководствоваться при оформлении

¹ Пятью другими участвующими организациями являются: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО), Международная организация труда (МОТ), Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР), Панамериканская организация здравоохранения (ПАОЗ) и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

разрешений на сброс радиоактивных материалов. Настоящее Руководство по безопасности заменяет эти два предыдущих Руководства по безопасности².

ЦЕЛЬ

1.7. Цель настоящего Руководства по безопасности – предоставить международные руководящие материалы, соответствующие современным принципам радиационной защиты и учитывающие опыт, накопленный со времени предыдущей публикации руководящих материалов (см. сноску 2) по стратегии мониторинга в отношении а) контроля выбросов радионуклидов в режиме нормальной эксплуатации и б) ситуаций, требующих вмешательства, например, в случае ядерной или радиологической аварии или при предшествующем загрязнении территорий долгоживущими радионуклидами³. Рассматриваются три категории контроля: мониторинг в месте источника выброса (далее называемый «мониторинг источника»), мониторинг в окружающей среде («мониторинг окружающей среды»), и мониторинг индивидуального облучения («индивидуальный дозиметрический контроль»).

1.8. Настоящее Руководство по безопасности предоставляет также общие руководящие материалы по оценке доз облучения критических групп населения вследствие присутствия радиоактивных материалов, или наличия радиационных полей в окружающей среде, которые могут возникать в результате нормальной эксплуатации ядерных или иных связанных с ними установок (видов практической деятельности) или в результате ядерных или радиологических аварий, или же предшествующего загрязнения территорий долгоживущими радионуклидами (вмешательств). Оценка дозы основывается на результатах мониторинга источника, мониторинга

² МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, «Цели и построение программ мониторинга окружающей среды на предмет радиоактивных загрязнителей», Серия изданий по безопасности № 41, МАГАТЭ, Вена (1975); «Мониторинг воздушных и жидких радиоактивных выбросов атомных предприятий в окружающую среду», Серия изданий по безопасности № 46, МАГАТЭ, Вена (1978).

³ В контексте настоящего Руководства по безопасности, которое касается радиационной защиты населения от облучения в настоящее время и в будущем, термин «долгоживущие радионуклиды» распространяется на радионуклиды с периодом полураспада, равным 30 годам или более (например, ¹³⁷Cs), в отличие от обычной терминологии, применяемой в области безопасности отходов, где этот термин, как правило, используется для обозначения радионуклидов с периодом полураспада, равным 1000 лет или более.

окружающей среды или индивидуального дозиметрического контроля или на сочетании этих методов.

1.9. Настоящее Руководство по безопасности, прежде всего, предназначено для использования национальными регулирующими органами, ответственными за регулирование введения и осуществления любых видов практической деятельности, предполагающей использование источников излучения, а также за соблюдение надлежащих процедур радиационного контроля. Оно также будет полезно для других организаций в рамках национальных систем радиационного контроля, а также для организаций, эксплуатирующих ядерные установки и другие объекты, на которых занимаются обработкой и контролем природных или антропогенных радионуклидов.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.10. В настоящем Руководстве по безопасности, прежде всего, рассматриваются вопросы мониторинга источника и мониторинга окружающей среды для контроля выбросов из имеющих разрешение (зарегистрированных или лицензированных) объектов практической деятельности в период нормальной эксплуатации и во время вывода установок из эксплуатации. Виды практической деятельности, рассматриваемые в настоящем Руководстве по безопасности, включают эксплуатацию атомных электростанций и исследовательских реакторов, заводов по переработке и предприятий по изготовлению ядерного топлива, установок по добыче и переработке урана и тория, установок для приповерхностного захоронения радиоактивных отходов, а также установок других типов, в которых используются природные или антропогенные радионуклиды (медицинских, радиофармацевтических, исследовательских, учебных и других).

1.11. Представленные здесь руководящие материалы распространяются на планирование мониторинга во время размещения отходов в сооружениях поверхностного (площадки предприятий по добыче и обогащению урановой и ториевой руды) или приповерхностного (для низкоактивных и среднеактивных отходов) захоронения, а также в установках для захоронения отходов в скважинах и глубоких подземных (геологических) хранилищах, и особенно на мониторинг после закрытия пункта захоронения – несмотря на то, что в нормальных условиях выбросы радионуклидов на таких пунктах происходить не могут.

1.12. В настоящей публикации рассматриваются также общие вопросы аварийного мониторинга в период после радиационной аварии. В публикациях [8–12]⁴ приводится более подробная информация о мониторинге во время аварий.

1.13. В настоящем Руководстве по безопасности рассматриваются также общие аспекты мониторинга долгоживущих радионуклидов, которые широко распространяются в окружающей среде после радиационной аварии или в качестве отходов, оставшихся от осуществляемой в прошлом практической деятельности. Сюда входит мониторинг содержания природных и антропогенных радионуклидов в составе товаров и предметов широкого потребления, особенно в пищевых продуктах и питьевой воде.

1.14. В настоящем Руководстве по безопасности не рассматривается дозиметрия работников и рабочих мест, хотя его рекомендации и руководящие материалы могут оказаться полезными для защиты спасателей из аварийных бригад от профессионального облучения в случае аварии, сопровождающейся выбросом радионуклидов в окружающую среду. Более подробные материалы по мониторингу профессионального облучения работников и рабочих мест приведены в ссылках [13-16]. В настоящем Руководстве по безопасности не рассматривается также мониторинг для исследовательских целей, который не имеет отношения к радиационной защите, или мониторинг глобальных выпадений радионуклидов, произошедших во время прошлых испытаний ядерного оружия, которые невозможно контролировать.

1.15. В настоящем руководстве по безопасности не рассматриваются также общие программы наблюдения и мониторинга, относящиеся к выбросам в окружающую среду или присутствию в ней токсичных химических веществ. Оно посвящено только мониторингу радионуклидов. Тем не менее, для эксплуатирующих организаций и других ответственных организаций

⁴ Приведенные в ссылках документы отменяют следующие нормы безопасности МАГАТЭ: «Методика и принятие решений при оценке внешних последствий аварий на ядерных установках». Серия изданий по безопасности № 86, МАГАТЭ, Вена (1987); «Ответные меры в случае выбросов радиоактивных материалов, имеющих трансграничное воздействие», Серия изданий по безопасности № 94, МАГАТЭ, Вена (1989); «Аварийное планирование и готовность при авариях, связанных с радиоактивными материалами, применяемыми в медицине, промышленности, исследованиях и обучении», Серия изданий по безопасности № 91, МАГАТЭ, Вена (1989).

программы, сочетающие химический и радиологический мониторинг, могут оказаться полезными.

СТРУКТУРА

1.16. В разделе 2 даются некоторые общие международные руководящие материалы по мониторингу радионуклидов в окружающей среде. В разделе 3 описываются обязанности регистрантов, лицензиатов и регулирующих органов в отношении мониторинга. Самые типовые аспекты программ мониторинга рассматриваются в разделе 4, а в разделе 5 подробно представлены цели и различные типы проектов программ мониторинга для практической деятельности и вмешательств. В разделе 6 описываются некоторые конкретные технические особенности процедур мониторинга. В разделе 7 рассматриваются методы оценки дозы, включаемые в различные типы программ мониторинга. Раздел 8 содержит руководящие материалы по интерпретации результатов мониторинга. В разделе 9 описывается соответствующая программа обеспечения качества. Раздел 10 посвящен вопросам фиксирования результатов мониторинга, а в разделе 11 определяются требования в отношении обучения и подготовки кадров.

2. СОБЛЮДЕНИЕ РЕГУЛИРУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЙ К МОНИТОРИНГУ ПРИ ВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРИ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

ПРАВОВОЙ КОНТЕКСТ

2.1. Облучение лиц из населения при контролируемом сбросе на предприятии, при неконтролируемом выбросе или на ранее загрязненной местности может возникнуть в результате прямого поступления радиации от источника сброса или при рассеянии радионуклидов в окружающей среде. В последнем случае внешнее облучение, скорее всего, происходит от радионуклидов, содержащихся в шлейфе или на земле, а также при приеме загрязненной пищи. Вдыхание радионуклидов, находящихся в воздухе шлейфа или оказавшихся в воздухе в результате повторного взвешивания загрязненных частиц грунта, также может иметь важное значение. В случае ведения практической деятельности контроль (мониторинг) мощности доз излучения вблизи источника, контроль уровней выбросов и уровней

радионуклидов в окружающей среде является обязательным для проверки соответствия разрешенным пределам сбросов и для обеспечения оценки доз облучения лиц из населения. В случае вмешательства контроль источника выброса и загрязнения окружающей среды является необходимым для принятия решения относительно защитных мер и долгосрочных контрмер при аварии или относительно восстановительных мер на территориях, загрязненных долгоживущими радионуклидами.

2.2. Принципы, лежащие в основе мониторинга, сформулированы в публикациях [2, 3, 5, 7, 17].

2.3. В отношении мониторинга контролируемых сбросов на объектах практической деятельности требование ОНБ состоит в том, чтобы «зарегистрированные лица (регистранты) и лицензиаты отвечали... за внедрение, использование и обслуживание соответствующего оборудования для мониторинга и программ наблюдения, которые предназначены для оценки облучения населения, удовлетворительным [для регулирующего органа] образом» (см. [2], пункт III.2(f)). В частности, согласно Основным нормам безопасности (см. [2], пункт III.13), «Зарегистрированные лица и лицензиаты в надлежащих случаях:

- a) вводят в действие и осуществляют программу мониторинга, достаточную для обеспечения выполнения требований настоящих Норм в отношении облучения населения от источников внешнего облучения и для оценки такого облучения;
- b) вводят в действие и осуществляют программу мониторинга, достаточную для обеспечения выполнения требований настоящих Норм в отношении выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду и требований, установленных [регулирующим органом] в отношении выдачи разрешения на выбросы, и для того чтобы условия, из которых исходили при определении разрешенных пределов выбросов, оставались в силе и были достаточными для проведения оценок облучения критических групп;
- c) ведут надлежащую регистрацию результатов осуществления программ мониторинга;
- d) с утвержденной периодичностью докладывают краткие сводки результатов мониторинга [регулирующему органу];
- e) незамедлительно докладывают [регулирующему органу] о любом значительном повышении уровней излучения в окружающей среде или о радиоактивном загрязнении, которое может быть обусловлено

излучением или радиоактивными выбросами от источников, за которые они несут ответственность;

- f) создают и поддерживают возможности для проведения аварийного мониторинга в случае непредвиденного повышения уровней излучения или радиоактивного загрязнения, обусловленного аварийными или другими аномальными событиями, затрагивающими источники, за которые они несут ответственность; и
- g) проверяют правильность исходных посылок, принятых для проведения предыдущей оценки радиологических последствий выбросов.»

2.4. В отношении оценки и мониторинга облучения, полученного в аварийной ситуации, требования ОНБ состоят в следующем (см. [2], пункты V.23–V.25):

«V.23. Предпринимаются все разумные меры для того, чтобы оценить облучение, полученное лицами из состава населения вследствие аварии, и результаты этих оценок обнаруживаются.

V.24. Оценки основываются на самой надежной имеющейся информации и оперативно обновляются в свете любой новой информации, которая может дать значительно более точные результаты.

V.25. Ведется всестороннее документирование оценок и их обновлений, а также результатов мониторинга работников, населения и окружающей среды.»

2.5. Для целей оценки и мониторинга облучения, полученного вследствие аварийной ситуации, документ категории Требования безопасности «Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации» [3] предусматривает также следующее:

- a) при реагировании на начальном этапе аварийной ситуации «должны выполняться радиационный мониторинг и отбор проб окружающей среды и оценка для оперативного определения новых опасностей и уточнения стратегии реагирования.» (См. [3], пункт 4.67);
- b) для обеспечения готовности реагирования в течение начального этапа аварийной ситуации «должны приниматься меры для оперативной оценки любого радиоактивного загрязнения, выбросов радиоактивного материала и доз с целью определения или изменения принимаемых срочных защитных мер после выброса радиоактивного материала.» (См. [3], пункт 4.71);

- с) для обеспечения готовности к принятию сельскохозяйственных контрмер и долгосрочных защитных мер «эти меры должны включать... своевременный контроль загрязнения почвы на местах; отбор проб и анализ пищевых продуктов и воды;» (См. [3], пункт 4.89)

2.6. Для обеспечения надлежащего мониторинга и оценки во время эксплуатации пунктов приповерхностного захоронения отходов и после их закрытия необходимо соблюдать положения документа категории Требования безопасности «Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов» [5], которые приведены ниже.

- «а) В проекте приповерхностного хранилища предусматривается осуществление программы мониторинга с целью проверки удерживающей способности системы захоронения во время эксплуатации, а при необходимости и после закрытия хранилища. Меры, принимаемые в целях мониторинга, не должны ставить под угрозу долгосрочные функциональные характеристики системы захоронения.» (См. [5], пункт 7.5)
- б) Регулирующий орган предоставляет необходимые рекомендации по разработке программы мониторинга окружающей среды, включая мониторинг выбросов и внешнего облучения, а также по оценке воздействия эксплуатации на окружающую среду.» (См. [5], пункт 9.3)
- с) Эксплуатирующая организация несет ответственность за обеспечение проведения надлежащего мониторинга для измерения радиоактивных выбросов во время эксплуатации хранилища, а также принимает необходимые меры по обеспечению выполнения требований, установленным национальными компетентными органами.» (См. [5], пункт 9.12)
- д) После закрытия хранилища ответственная организация осуществляет соответствующую программу мониторинга, которая утверждается регулирующим органом. Эта программа должна предусматривать радиационный и другой мониторинг хранилища и окружающей его территории с целью проверки отсутствия неприемлемого радиационного воздействия (например, в отношении пределов выщелачивания, в соответствующих случаях) и подтверждения, насколько это представляется возможным, предположений, сделанных при оценке безопасности.» (См. [5], пункт 11.8)

2.7. В публикации категории Требования безопасности «Безопасность атомных электростанций: проектирование» [18], конкретно требуется, чтобы на этапе проектирования атомной электростанции «были также

приняты меры по определению видов радиационного воздействия – при наличии такового – в местности, прилегающей к станции, с уделением особого внимания:

- 1) путям облучения людей, включая пищевые цепочки;
- 2) радиологическому воздействию, если оно имеется, на местные экосистемы;
- 3) возможному накоплению радиоактивных материалов в окружающей среде;
- 4) возможности существования любых несанкционированных путей выбросов.» (См. [18], пункт 6.106)

2.8. В отношении этапа эксплуатации атомных электростанций в публикации категории Требования безопасности «Безопасность атомных электростанций: эксплуатация» [19] конкретно устанавливаются следующие требования:

- «а) Эксплуатирующая организация должна создать и осуществлять процедуры мониторинга и контроля сбросов радиоактивных эфлюентов. Копия описания этих процедур должна представляться регулирующему органу.
- б) Если этого требует регулирующий орган, эксплуатирующая организация должна создать и осуществлять программу мониторинга окружающей среды в прилегающей к станции местности, с тем чтобы оценить радиологические последствия радиоактивных выбросов для окружающей среды.» (См. [19], пункты 8.11 и 8.12)

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА

2.9. Тип программы мониторинга, а также ее масштаб и объем, должны соответствовать характеристикам источника при предполагаемых или существующих скоростях выбросов, составу радионуклидов, сравнительной значимости различных путей облучения и величинам предполагаемых и возможных доз облучения отдельных лиц. Для некоторых видов практической деятельности и источников (например, больниц или научно-исследовательских институтов, где используются короткоживущие радионуклиды) программа мониторинга окружающей среды может не требоваться; для некоторых из них (например, для небольших ядерных установок или отделений радиационной медицины, в которых радионуклиды используются для диагностических целей) может

требоваться текущий контроль источника и только одноразовые проверки по фоновым уровням; а в отношении других видов практической деятельности и источников (например, на большинстве ядерных установок, в крупных центрах ядерной медицины) необходим постоянный и всесторонний мониторинг источника и окружающей среды. Любое предприятие должно быть готово к проведению аварийного мониторинга на надлежащем уровне.

Условия для мониторинга при осуществлении практической деятельности

2.10. Требования к проведению мониторинга выбросов на объектах практической деятельности должны быть непосредственно связаны с аспектами регулирования, применяемыми в отношении соответствующих источников. Ниже приведены международные требования, соответствующие тем или иным условиям проведения мониторинга.

2.11. Мониторинг источников или окружающей их среды не требуется, если эти источники вызывают уровни облучения, которые «исключены» из области регулирующего контроля, поскольку величина облучения или вероятность его возникновения в основном не подлежит контролю согласно требованиям ОНБ [2]. Наглядным примером в контексте настоящей публикации являются газообразные сбросы образующегося в почве радона и продуктов его распада через систему вентиляции зданий.

2.12. Объекты практической деятельности и источники могут быть изъяты из-под регулирующего контроля, а материалы освобождены от него, если соответствующие радиационные риски для отдельных лиц и групп населения достаточно низки, чтобы подпадать под регулирующий контроль, а освобожденные виды практической деятельности и источники являются безопасными по определению [2]. В отношении изъятых из-под регулирующего контроля объектов практической деятельности и источников или материалов, которые включают выбросы, требования по мониторингу отсутствуют. Примером изъятия из-под контроля может служить небольшая лаборатория, в которой радионуклиды применяются в таких количествах, что суммарная активность данного радионуклида или концентрация активности находится ниже уровня изъятия [2].

2.13. Для источников или объектов практической деятельности, в отношении которых невозможно исключение или изъятие, должно быть получено разрешение со стороны регулирующего органа [2, 7]. Разрешение оформляется в виде регистрации или лицензии. Примерами

регистрируемых объектов практической деятельности являются небольшие научно-исследовательские учреждения и больницы, в которых объем использования короткоживущих радионуклидов и соответствующих выбросов в окружающую среду весьма мал. Как правило, регулирующий орган не требует проведения мониторинга окружающей среды от таких зарегистрированных объектов практической деятельности, однако может потребоваться определенная степень мониторинга источника.

2.14. Наконец, в отношении некоторых типов источников необходимо выполнение программ текущего мониторинга. В эту категорию попадает большинство установок ядерного топливного цикла, некоторые крупные научно-исследовательские центры, а также установки по производству радиоизотопов. Установки данного типа лицензируются регулирующим органом, для них установлены конкретные требования и условия в отношении безопасности, которые должен выполнять лицензиат, и на них должен проводиться мониторинг источников и окружающей среды, а также оценка гражданской дозы облучения. Программа текущего мониторинга может также служить основой для программы аварийного мониторинга на объектах такого типа, однако не все из них требуют проводить аварийный мониторинг в полном объеме. В таблице 1 показано соотношение типов источника и необходимого вида мониторинга.

Условия для мониторинга в ситуациях вмешательства

2.15. Ситуации вмешательства, в которых требуется осуществление мер для уменьшения или предупреждения облучения, могут представлять собой ситуации аварийного облучения или ситуации хронического (длительного) облучения. Защитные действия и восстановительные меры, как правило, могут не потребоваться в ситуациях, когда уровни вмешательства или уровни действий не превышены или, возможно, не будут превышены. Исходной информацией для принятия решения в отношении введения защитных или восстановительных мер обычно являются данные мониторинга. Поэтому необходимо разработать общую стратегию осуществления мониторинга и восстановительных мер в случае аварийных ситуаций; такая стратегия разрабатывается индивидуально для каждого объекта с учетом всех особенностей источников и возможных путей облучения людей.

ТАБЛИЦА 1. ВИДЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ДОЗЫ, ТРЕБУЮЩИЕСЯ ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Категория облучения	Тип источника	Вид мониторинга			
		Мониторинг источника	Мониторинг окружающей среды	Индивидуальный дозиметрический контроль	Оценка дозы
Практическая деятельность	Исключенный, изъятый или освобожденный	Мониторинг не требуется			
	Зарегистрированный источник	Требуется	Не требуется		
	Лицензированный источник	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется
	Множество источников	Требуется	Не требуется	По обстоятельствам	
Вмешательство	Аварийная ситуация	Требуется	По обстоятельствам		
	Хроническое (длительное) облучение	По обстоятельствам	Требуется	Не требуется	По обстоятельствам

Ситуации аварийного облучения

2.16. Радиационный контроль осуществляется в случае возникновения любой ядерной или радиологической аварийной ситуации. Стратегия аварийного мониторинга разрабатывается с учетом возможных радиологических последствий аварии. Целевое использование результатов мониторинга определяет выбор приоритетов в рамках мониторинга, а также технические детали вида осуществляемого мониторинга.

2.17. Диапазон ситуаций аварийного облучения колеблется в пределах от разлива небольших количеств радиоактивного материала в лаборатории до крупной аварии ядерного реактора с разгерметизацией. Методы и объем аварийного мониторинга, включая мониторинг источника, мониторинг окружающей среды, индивидуальный дозиметрический контроль и соответствующую оценку дозы (см. таблицу 1), зависят от тяжести аварии и ее потенциальных или фактических последствий.

2.18. В отношении сроков, числа и методов проведения радиационных измерений и отбора проб окружающей среды в целях своевременного осуществления защитных и восстановительных мер, стратегия мониторинга выбирается с учетом скорейшего выявления таких уровней облучения населения или спасателей аварийных бригад, которые приближаются к уровням вмешательства или уровням действий.

2.19. При разработке национальной стратегии аварийного мониторинга необходимо учитывать как внутренние, так и международные аспекты. Аварийный мониторинг необходимо ориентировать на получение данных, относящихся к возможному переносу непредумышленно сброшенных радиоактивных материалов на территорию других государств и попаданию в международные воды. Национальная система мониторинга должна также быть способна обеспечивать контроль радиоактивного загрязнения окружающей среды, возникающего в результате аварийных выбросов, происходящих в других государствах.

2.20. Аварийный мониторинг можно прекратить, если контроль над аварийным источником восстановлен или если радиационные условия не ухудшаются, а уровни облучения людей и загрязнения окружающей среды находятся существенно ниже соответствующих типовых уровней вмешательства и уровней действий [2] или соответствующих национальных уровней.

Ситуации хронического (длительного) облучения

2.21. Ситуации хронического (длительного) облучения включают облучение от радиоактивных остатков, относящихся к произошедшим ранее событиям, например, радиоактивного загрязнения, вызванного радиационными авариями (ситуации послеаварийного облучения), а также в результате осуществлявшейся в прошлом практической деятельности и использования источников, не охваченных системой регулирующего контроля (объекты, загрязненные природными долгоживущими радионуклидами).

2.22. Эталона радиационной защиты, который бы повсеместно применялся во всех государствах в отношении вмешательства в ситуациях хронического (длительного) радиационного облучения населения, не существует. Необходимые уровни вмешательства или уровни действий устанавливаются национальными компетентными органами в зависимости от обстоятельств и обычно основываются на данных о существующих или предотвращенных дозах, мощности дозы в воздухе и концентрациях радионуклидов. По данным Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) вмешательство (восстановительные меры) скорее всего не является целесообразным, если существующая годовая эффективная доза от всех радиоактивных источников в окружающей среде не превышает 10 мЗв [20].

2.23. Мониторинг загрязнения окружающей среды долгоживущими радионуклидами в большинстве случаев является обоснованным, если на годовую дозу, обусловленную этим источником, приходится значительная доля (не менее одной десятой, т.е. 1 мЗв или более) стандартного уровня, указанного в пункте 2.22, или соответствующих национальных уровней вмешательства или действий.

2.24. Контроль загрязнения пищевых продуктов долгоживущими радионуклидами для целей обоснования защитных действий будет в большинстве случаев целесообразным, если уровни радионуклидов в пищевых продуктах составляют значительную долю стандартных уровней действий в отношении радионуклидов в пищевых продуктах [2] или соответствующих национальных уровней вмешательства или действий.

3. ОБЯЗАННОСТИ В ОТНОШЕНИИ МОНИТОРИНГА

ОБЯЗАННОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

3.1. В части контроля за практической деятельностью, связанной с выбросами, эксплуатирующие организации имеют следующие общие обязанности:

- a) предотвращать любые неприемлемые для населения опасности облучения или радиоактивного загрязнения в результате практической деятельности, связанной с выбросами;
- b) выполнять применимые регулирующие требования;
- c) сообщать регулирующему органу обо всех изменениях в характере практической деятельности, связанной с выбросами.

3.2. В части конкретных обязанностей в области мониторинга эксплуатирующие организации должны:

- a) проводить все необходимые предэксплуатационные исследования (включая при необходимости предэксплуатационный мониторинг);
- b) предусматривать средства и выполнять надлежащие программы мониторинга источников и окружающей среды во время и после эксплуатации, что позволит обеспечить оперативное обнаружение непредвиденных выбросов и получение данных, доказывающих, что дозы, полученные населением, находятся ниже дозовых критериев, установленных регулирующим органом;
- c) сообщать регулирующему органу обо всех значительных изменениях состава выбросов или о повышении уровней радиационных полей или загрязнения окружающей среды, которые могут быть обусловлены выбросами от источников, находящихся в их сфере ответственности.

3.3. Исходя из этого, обязанности эксплуатирующих организаций в отношении мониторинга должны определяться следующим образом⁵.

- a) Мониторинг источника, отнесенного к конкретной практической деятельности, или источника в рамках практической деятельности,

⁵ В некоторых государствах основную ответственность за мониторинг окружающей среды несет регулирующий орган или иные правительственные учреждения при общем соответствии с руководящими материалами МАГАТЭ [21].

за которую несет ответственность конкретная эксплуатирующая организация (лицензиат или регистрант), осуществляется этой эксплуатирующей организацией на всех этапах программы, включая мониторинг во время и после эксплуатации и в случае аварийной ситуации. Эксплуатирующая организация несет ответственность за внедрение, использование и обслуживание соответствующего оборудования для мониторинга и программ по контролю выбросов.

- b) Мониторинг окружающей среды, отнесенный к данной практической деятельности, или источника в рамках этой практической деятельности является обязательным только для крупных видов практической деятельности и источников, имеющих лицензию. Лицензиаты обычно несут ответственность за такой мониторинг окружающей среды на всех этапах своей работы, включая предэксплуатационный период, период эксплуатации и период после окончания эксплуатации. Лицензиаты должны также создавать и поддерживать надлежащие возможности для проведения мониторинга окружающей среды во время аварийных ситуаций.
- c) Лицензиаты должны периодически проверять правильность исходных посылок, принятых для проведения предыдущей оценки радиологических последствий выбросов.

ОБЯЗАННОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

3.4. В части контроля за практической деятельностью, связанной с выбросами, регулирующий орган имеет следующие общие обязанности:

- a) обеспечивать защиту населения и охрану окружающей среды посредством разработки и внедрения соответствующих регулирующих положений;
- b) обеспечивать выполнение эксплуатирующей организацией соответствующих регулирующих положений и требований, включая те, которые касаются проведения такого мониторинга источника и окружающей среды, который окажется необходимым;
- c) обеспечивать уверенность в том, что выводы относительно безопасности населения основаны на достоверной информации и надежных методах.

3.5. В части конкретных обязанностей в области мониторинга регулирующий орган должен:

- a) разработать технические требования в отношении порядка проведения мониторинга, включая порядок аварийного мониторинга и обеспечение качества, и регулярно их пересматривать;
- b) проверять данные мониторинга, представляемые эксплуатирующими организациями;
- c) предоставлять свидетельства, которые могут убедить население в том, что разрешенные источники облучения находятся под надежным контролем.

3.6. Исходя из этого, обязанности регулирующего органа распределяются следующим образом.

- a) Несмотря на то, что лицензиаты несут общую ответственность за мониторинг источника и окружающей среды, в некоторых случаях (например, крупные объекты практической деятельности или источники), регулирующий орган может осуществлять ограниченную проверочную программу измерения параметров окружающей среды для контроля качества представленных лицензиатом результатов и для подтверждения того, что дозы, полученные лицами из населения, поддерживаются на уровне ниже пределов, установленных в лицензии [21].
- b) Если на одни и те же территории и группы населения могут воздействовать несколько источников, следует выполнить программу мониторинга окружающей среды для оценки совокупного радиологического воздействия этих различных источников. Задача проведения такого мониторинга может быть трудной для отдельных регистрантов или лицензиатов ввиду отсутствия у них информации о радионуклидном составе материалов, сбрасываемых другими эксплуатирующими организациями, поэтому такой мониторинг может организовываться и проводиться регулирующим органом.
- c) При наличии потенциальной опасности возникновения крупномасштабной аварии регулирующий орган должен обеспечить, чтобы были приняты и в плановом порядке отработаны меры аварийной готовности. Сюда должна относиться возможность осуществления оперативного крупномасштабного мониторинга в аварийных условиях, который может проводиться специализированной ответственной организацией, обладающей необходимым оборудованием, или самим регулирующим органом. Необходимый мониторинг может

включать как мониторинг окружающей среды, так и индивидуальный дозиметрический контроль.

3.7. В редких случаях, когда оцененная годовая доза для среднего отдельного лица из критической группы, являющаяся результатом всех соответствующих видов практической деятельности, рассчитанная на основе данных мониторинга окружающей среды, приближается к дозовому пределу, повторная оценка доз, полученных критическими группами, сначала производится регистрантом или лицензиатом, а затем валидируется регулирующим органом. В таблице 2 показаны основные сферы ответственности регистрантов, лицензиатов и регулирующего органа в отношении различных видов мониторинга.

ОБЯЗАННОСТИ ДРУГИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

3.8. Правительство или регулирующий орган могут передавать конкретные полномочия по мониторингу окружающей среды другим организациям. Правительство может контролировать эту передачу через регулирующий орган или напрямую. Передача полномочий может касаться следующего:

- a) рассмотрение, испытания и калибровка оборудования для мониторинга;
- b) рассмотрение программы обеспечения качества;
- c) разработка и регулярное выполнение подтверждающих программ измерений параметров окружающей среды или измерений выбросов для верификации качества результатов, представленных лицензиатом;
- d) проведение подтверждающей оценки доз облучения лиц из населения для обоснования того, что они поддерживаются ниже пределов, установленных в лицензиях;
- e) выполнение программы мониторинга окружающей среды для оценки совокупного радиологического воздействия множества источников, если они воздействуют на одни и те же территории и одни и те же группы населения;
- f) аварийное реагирование.

ТАБЛИЦА 2. СФЕРЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В ОТНОШЕНИИ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИСТОЧНИКА

Категория облучения		Ответственная организация		
Тип источника		Регистрант	Лицензиат	Регулирующий орган или специализированная организация
Практическая деятельность	Исключенный, изъятый или освобожденный	Мониторинг не требуется		
	Зарегистрированные источники	Мониторинг источника	<i>Не применимо</i>	Контрольные измерения и проверка/подтверждение оценок дозы, по обстоятельствам
	Лицензированные источники	<i>Не применимо</i>	Мониторинг источника и окружающей среды; оценка дозы	
	Множество источников	Мониторинг источника	Мониторинг источника и локальный мониторинг окружающей среды	
	Аварийные ситуации	Мониторинг источника	Мониторинг источника, мониторинг ближней зоны окружающей среды и индивидуальный дозиметрический контроль работников	Крупномасштабный и ближний мониторинг окружающей среды; индивидуальный дозиметрический контроль населения, по обстоятельствам
Вмешательство	Ситуации хронического (длительного) облучения.	<i>Не применимо</i>	Мониторинг источника и локальный мониторинг окружающей среды	Крупномасштабный и ближний мониторинг окружающей среды; оценка дозы, по обстоятельствам

3.9. Другие организации могут также отвечать за другие области деятельности, относящиеся к мониторингу, например:

- а) сбор и хранение данных, представленных эксплуатирующими организациями, правительственными или международными учреждениями;
- б) мониторинг окружающей среды в общенациональном масштабе;
- в) разработка норм и стандартов.

3.10. При принятии решения о передаче ответственности за проведение конкретного мониторинга другим организациями или компаниям, регулирующий орган уделяет надлежащее внимание наличию в этих организациях необходимых аналитических методик, оборудования и квалифицированного персонала, а также системы обеспечения качества.

3.11. Общим принципом здесь является то, что регулирующий орган, а также любые другие организации, которым были переданы полномочия регулирующим органом, должны быть независимыми от любых правительственных структур и от любых организаций, отвечающих за продвижение и содействие развитию видов практической деятельности, подлежащих регулированию, а также от любых регистрантов, лицензиатов, проектантов или конструкторов радиационных установок, применяемых в регулируемых видах практической деятельности.

ОТЧЕТНОСТЬ О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА

3.12. Согласно ОНБ «Регистранты и лицензиаты в надлежащих случаях:

- «д) с утвержденной периодичностью представляют краткие сводки результатов мониторинга [регулирующему органу];
- е) незамедлительно докладывают [регулирующему органу] о любом значительном повышении уровней излучения в окружающей среде или о радиоактивном загрязнении, которые может быть обусловлено излучением или радиоактивными выбросами от источников, за которые они несут ответственность.» (См. [2], пункт III.13).

3.13. Кроме того, регистранты и лицензиаты должны оперативно сообщать о любых выбросах, превышающих разрешенные ограничения на выбросы в соответствии с критериями, установленными регулирующим органом.

3.14. Периодические сводные отчеты о результатах мониторинга должны включать и программы мониторинга источника, и программы мониторинга окружающей среды. Во всех случаях результаты необходимо сообщать в форме, позволяющей проверить соответствие пределам выбросов, разрешенных регулирующим органом. Способ представления результатов должен соответствовать задачам программы мониторинга, установленной регулирующим органом. В некоторых случаях целесообразно сравнить измеренные мощности дозы или концентрации активности с соответствующими расчетными пределами; в иных случаях может оказаться необходимым оценить дозы облучения критических групп. В соответствии с указаниями регулирующего органа эти дозы сравниваются с граничными дозами, установленными в разрешениях на выбросы; о результатах сравнения и их интерпретации докладывается регулирующему органу.

3.15. Периодические сводные отчеты также включают интерпретацию результатов и надлежащее разъяснение их значимости (например, с учетом соответствующих моделей или стандартов или с учетом неопределенности результатов), особенно если результаты имеют значительный разброс в цифрах выбросов или загрязнения окружающей среды. Сводный отчет должен включать также другую полезную информацию, например, погодные условия во время отчетного периода и объем производства чистой электроэнергии (для атомных электростанций) или количества произведенного (для предприятий по производству топлива) или переработанного топлива (для заводов по переработке топлива) за рассматриваемый период.

3.16. Данные мониторинга источника и окружающей среды представляются в регулирующий орган регистрантом или лицензиатом не реже одного раза в год, однако наличие других факторов может потребовать более частую отчетность. Эти факторы могут включать вид эксплуатации (например, зарегистрированные или лицензированные источники или виды практической деятельности), а также колебания объемов и скорости выбросов во времени. Лицензированные виды практической деятельности, например, установки ядерного топливного цикла в своих отчетах должны указывать количества радионуклидов, сброшенных в окружающую среду в соответствии с разрешенными пределами, установленными регулирующим органом.

3.17. Оперативный отчет о значительном внеплановом повышении уровня излучения или загрязнения в окружающей среде должен включать описание проведенного исследования, его предварительных результатов

(при их наличии), оперативных действий, которые были предприняты в отношении выбросов (например, приостановка дозированных сбросов), а также действий, запланированных для выполнения в ближайшем будущем (например, возобновление выбросов).

3.18. Ввиду возрастающей информированности населения о проблемах окружающей среды, регулирующий орган вместе с лицензиатами и регистрантами должен предоставлять населению краткие сведения о проведении мониторинга окружающей среды, включая соответствующие разъяснения его значимости (например, со ссылками на нормы или на неопределенность результатов).

4. ОБЩИЕ АСПЕКТЫ ПРОГРАММ МОНИТОРИНГА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

4.1. Общие задачи любой программы мониторинга, направленной на защиту населения и охрану окружающей среды, рассматриваемые в данном Руководстве по безопасности, состоят в следующем [6, 7]:

- a) проверка соответствия разрешенным пределам выбросов и всем другим регулирующим требованиям, касающимся воздействия на население и окружающую среду, возникающего при нормальной эксплуатации объекта практической деятельности или источника, применяемого в практической деятельности;
- b) предоставление информации и данных для целей оценки дозы и оценка облучения или возможного облучения критических групп и групп населения, обусловленного наличием радиоактивных материалов или излучения в окружающей среде в результате нормальной работы объекта практической деятельности или источника, применяемого в рамках практической деятельности, а также в связи с авариями или деятельностью, имевшей место в прошлом;
- c) проверка условий эксплуатации и достаточности контроля выбросов от источника, а также распространение предупреждений о необычных или непредвиденных условиях и при необходимости введение в действие специальной программы мониторинга окружающей среды.

4.2. Некоторые вспомогательные задачи, обычно выполняемые в рамках программы мониторинга, состоят в следующем [6, 7]:

- a) предоставление информации населению;
- b) ведение постоянного учета воздействия установки или практической деятельности на уровни радионуклидов в окружающей среде;
- c) проверка прогнозов, сделанных на основе экологических моделей, с тем чтобы внести в них необходимые изменения с целью уменьшения неопределенностей при оценке дозы.

4.3. С учетом общих и вспомогательных задач программы мониторинга должны предусматривать радиационные измерения и сбор необходимой дополнительной информации, а также оценку доз облучения критических групп и групп населения, обусловленных наличием радиоактивных материалов в окружающей среде в результате практической деятельности или вмешательства, а также демонстрацию соответствия разрешенным пределам выбросов в рамках практической деятельности.

ПУТИ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

4.4. Одной из важных целей мониторинга является обеспечение данных, позволяющих проводить анализ и оценку радиационного облучения людей. Для этой цели в программах мониторинга содержания радионуклидов в окружающей среде основное внимание следует уделять путям воздействия излучения на человека. Путь облучения – это путь, идущий от источника радионуклидов и/или излучения к человеку или населению через природные среды. Различают две основные категории путей облучения: пути внешнего облучения (источник облучения остается снаружи тела) и пути внутреннего облучения (источник облучения находится внутри тела).

4.5. В настоящем Руководстве по безопасности рассматриваются следующие основные пути внешнего облучения:

- a) *Источник излучения → человек*: прямое облучение от источника ионизирующего излучения;
- b) *Источник радионуклидов → атмосфера или водная масса → человек*: облучение от воздействия шлейфа радионуклидов в атмосфере («облучение от радиоактивного облака») или воде;
- c) *Источник радионуклидов → атмосфера или водная масса → кожа человека*: контактное облучение радионуклидами через кожу;

- d) *Источник радионуклидов* → атмосфера или *водная масса* → почва или отложения или поверхность зданий или растительность → человек: облучение от радионуклидов, осевших на земле или в донных отложениях (на берегах рек, озер или морей) или на растениях (деревья, кустарник и трава).

4.6. В настоящем Руководстве по безопасности рассматриваются следующие основные пути внутреннего облучения:

- a) *источник радионуклидов* → атмосфера → человек: вдыхание радионуклидов, находящихся в шлейфе (ингаляционное поступление);
- b) *источник радионуклидов* → атмосфера или водная масса → (*почва или отложения*) → растительность и/или мясо, молоко, яйца или морепродукты → человек: проглатывание радионуклидов, находящихся в пище или напитках (пероральное поступление);
- c) *источник трития* → атмосфера → человек: для окиси трития в шлейфе, поступление через кожу;
- d) *почва или отложения* → человек: вдыхание радионуклидов, находящихся во взвешенном состоянии (ветровой перенос радионуклидов).

4.7. На рисунке 1 показаны пути возможного облучения человека после выброса радионуклидов в атмосферу и в поверхностные или грунтовые воды соответственно.

4.8. Важность различных путей облучения зависит от следующих факторов:

- a) радиологические свойства высвобожденных материалов (например, гамма-излучатели, бета-излучатели или альфа-излучатели; физический период полураспада);
- b) физические (например, газ, жидкость или твердое вещество) и химические (например, органическая или неорганическая форма, степень окисления, состав и т.д.) свойства материалов и их миграционные характеристики;
- c) механизм рассеяния и факторы, влияющие на него (например, высота вентиляционной трубы, метеорологические условия и т.д.), а также экологические характеристики (например, климат, тип биоты, сельскохозяйственное производство и т.д.);
- d) местожительство, возраст, пищевой рацион и привычки облученных лиц или населения.

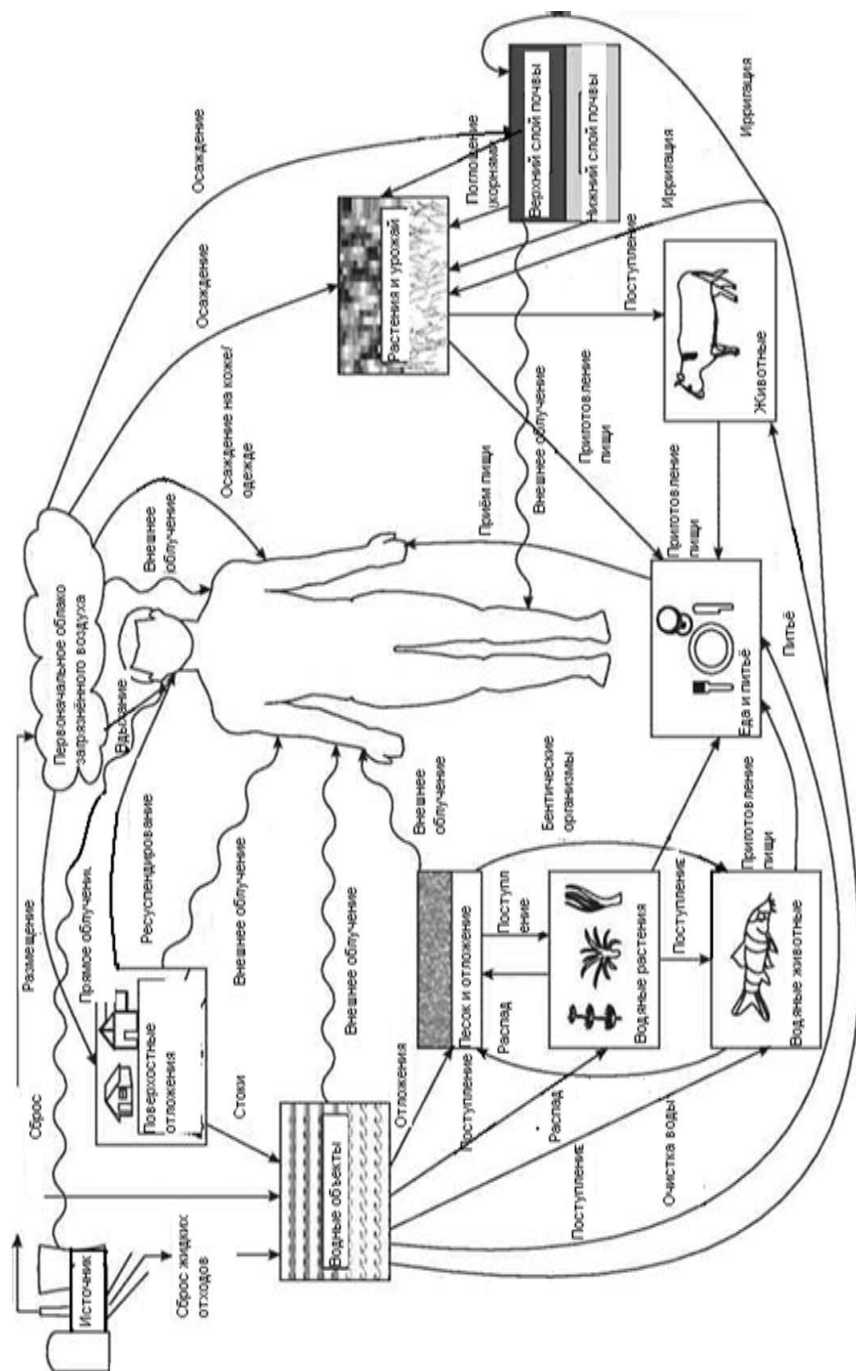


РИС. 1. Возможные пути облучения лиц из числа населения в результате выбросов радиоактивных материалов в окружающую среду

4.9. В условиях нормальных сбросов пути облучения обычно являются постоянными и четко определенными. В случае аварийных выбросов вклады различных путей облучения в дозы, полученные работниками и населением, могут отличаться от тех вкладов в дозы, которые были бы получены при выбросах в нормальном и переходном режимах эксплуатации. Эти различия необходимо учитывать при разработке программы аварийного мониторинга. В целях защиты населения и работников от детерминированных эффектов воздействия на здоровье после крупных аварий, в случае аварии могут применяться радиологические критерии, отличные от критериев, применяемых при нормальных сбросах, и в связи с этим может оказаться необходимым сбор дополнительных данных мониторинга.

4.10. На различных этапах аварии пути облучения могут изменяться, и для принятия решения по защитным действиям могут потребоваться различные данные мониторинга. Поэтому на начальном этапе аварийного выброса в атмосферу мониторинг в основном должен быть сосредоточен на измерениях излучения от радиоактивного облака и на отборе проб радионуклидов из шлейфа в целях оценки дозовых составляющих, обусловленных внешним облучением и вдыханием. Как только выброс прекращается и радиоактивное облако уходит, мониторинг необходимо сосредоточить на «излучении от грунта» и на загрязнении пищевых продуктов для учета дозовых составляющих, обусловленных внешним облучением и пероральным поступлением.

4.11. В ситуациях хронического (длительного) облучения пути облучения обычно четко определены, и отсутствует вероятность их быстрого изменения. Внешнее облучение обусловлено излучением от радионуклидов, находящихся на земле или в отложениях, на поверхности зданий или на растениях, но не излучением от радиоактивного облака. Прием сельскохозяйственных и/или природных пищевых продуктов, содержащих радионуклиды, может в значительной степени увеличивать дозы. Вследствие постепенного проникновения долгоживущих радионуклидов в почву, со временем уменьшается значение их ветрового переноса и, следовательно, путей ингаляционного поступления.

ГРУППЫ, ПОДВЕРЖЕННЫЕ ОБЛУЧЕНИЮ

4.12. Одной из основных целей мониторинга в условиях нормальных сбросов является обеспечение информации и данных для оценки облучения лиц из населения и для верификации прогнозируемых на этапе

лицензирования доз, являющихся следствием сбросов в окружающую среду во время нормальной эксплуатации.

4.13. При этом важной концепцией является концепция «критической группы». Критическая группа – это группа лиц из числа населения, которая является достаточно однородной в отношении воздействия на нее данного источника излучения, и является характерной для лиц, получающих самые высокие эффективные дозы или эквивалентные дозы (если применимо) от данного источника вследствие их местожительства, возраста, пищевого рациона или привычек [2]. Граничные дозы или, в некоторых ситуациях, дозовые пределы, установленные регулирующим органом, как правило, применяются в отношении средней дозы для данной критической группы. МКРЗ выработала рекомендации, помогающие определять критические группы [6]. Этот вопрос более подробно освещается в документе [7].

4.14. Для конкретных сложившихся обстоятельств критическая группа выбирается весьма тщательно. Надлежащее внимание необходимо уделять привычкам этнических и культурных меньшинств, а также, где это применимо, коренных жителей. Их жизненный уклад и привычки в отношении потребления пищи и воды могут обусловить пути и повышенные уровни облучения, которые не предусматриваются в рамках стандартного анализа.

4.15. Одним из основных аспектов выбора является размер критической группы, который в большой степени обуславливается вышеупомянутым требованием к однородности. В исключительных случаях может оказаться удобным определять критическую группу на основе одного гипотетического человека. Тем не менее, критическая группа, как правило, не будет состоять из единственного человека, хотя ее численность будет большой лишь в редких случаях, поскольку тогда исчезнет однородность. Фактически численность критической группы в большинстве случаев бывает порядка нескольких десятков человек, за исключением случаев, когда облучению равномерно подвергается большая масса населения, например, посредством приема широко распространенных пищевых продуктов или питьевой воды из большого водоема.

4.16. Могут иметься различные группы, получившие самые высокие дозы по различным путям облучения, также отдельные лица могут быть членами более одной такой группы. В этой ситуации критическая группа должна определяться на основе расчетной суммы доз, полученных по всем путям облучения, и ее сравнением с граничными дозами и дозовыми пределами

(например, при наличии множества источников). Распределение населения и характера землепользования вблизи установки может со временем изменяться, что приводит к созданию новой критической группы или к изменению относительной значимости некоторых путей облучения.

4.17. Хотя в случае нормальных сбросов дозы, рассчитанные для групп, подверженных облучению, часто бывают консервативными, для аварий и ситуаций хронического (длительного) облучения дозы определяются согласно реалистичным подходам для обеспечения реалистичных оценок доз, которые могут служить основой для принятия решений по защитным действиям и восстановительным мерам и для обеспечения правильного распределения ресурсов. При определении групп, подверженных облучению, следует ориентироваться на реальных людей и на предположительные реальные схемы осаждения радионуклидов и загрязнения окружающей среды, а также на пищевые и кормовые продукты, которые производятся и используются населением на затронутых территориях.

ВИДЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

4.18. Мониторинг для целей радиационной защиты населения можно разделить на три вида: мониторинг в месте источника (мониторинг источника), мониторинг в окружающей среде (мониторинг окружающей среды) и в очень редких случаях индивидуальный дозиметрический контроль лиц из населения. Мониторинг источника включает проведение измерений уровней излучения и радионуклидов от определенного источника излучения или от объекта практической деятельности, мониторинг окружающей среды проводится за пределами площадки объекта, вызывающего облучение, а индивидуальный дозиметрический контроль предполагает проведение измерений непосредственно на людях [6].

4.19. Мониторинг окружающей среды далее можно подразделить на две категории: мониторинг окружающей среды, ориентированный на источник и мониторинг окружающей среды, ориентированный на человека (см. рис.2). Мониторинг окружающей среды, ориентированный на источник, предусматривает измерение мощности поглощенной дозы в воздухе или концентраций активности, вызванной указанным источником или практической деятельностью; для распознавания доли исследуемого конкретного источника или практической деятельности может оказаться необходимым проведение сравнительных измерений. Мониторинг

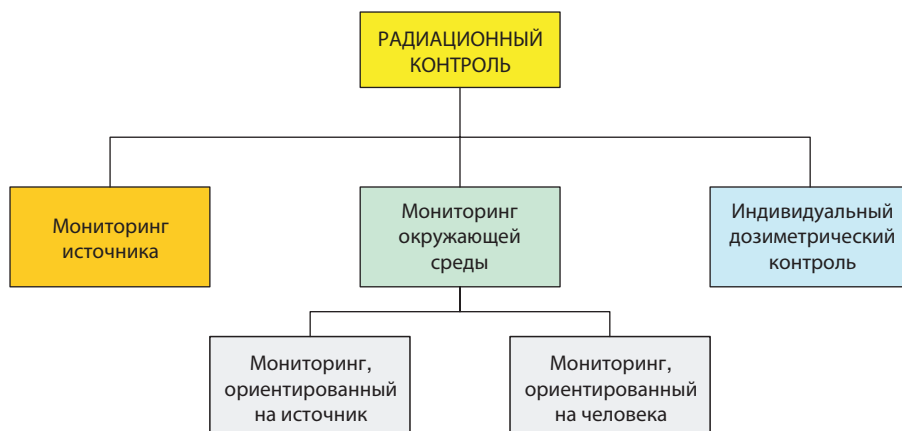


РИС. 2. Виды мониторинга для целей радиационной защиты населения

окружающей среды, ориентированный на человека – это мониторинг окружающей среды в ситуации, когда может иметься несколько источников, облучающих одну и ту же группу людей; главной задачей является оценка доз, получаемых от всех этих источников [6]. Ниже рассматриваются конкретные задачи и характеристики различных видов мониторинга.

4.20. Если необходим мониторинг источника и окружающей среды или мониторинг окружающей среды и индивидуальный дозиметрический контроль, необходимо хорошее взаимодействие между соответствующими программами мониторинга, поскольку информация, полученная в рамках одной программе, может способствовать лучшему пониманию другой. В принципе, лучше основывать расчеты дозы на результатах индивидуального дозиметрического контроля, а не мониторинга окружающей среды, и на мониторинге окружающей среды, а не на мониторинге источника. Этот подход помогает свести к минимуму неопределенности моделей, учитываемые при расчетах доз, и может обеспечить более достоверное значение доз, фактически полученных критической группой. Тем не менее, при низких уровнях активности и доз индивидуальный дозиметрический контроль, а иногда и мониторинг окружающей среды, оказывается непригодным для целей оценки дозы.

4.21. Индивидуальный дозиметрический контроль для лиц из населения может быть необходимым только в случае вмешательства, если оцененная средняя индивидуальная доза для лиц из конкретной группы людей

приближается или может превысить значительную долю соответствующего уровня вмешательства [2]. Такая ситуация возникает крайне редко.

4.22. При разработке любой программы мониторинга необходимо учитывать следующие условия:

- состав и содержание радиоактивных нуклидов в источнике;
- пространственные и временные характеристики радиационных полей вокруг источника;
- разрешенные сбросы и скорости сбросов;
- возможные вклады любых расположенных поблизости видов практической деятельности или источников, путей выбросов, путей облучения, экологических особенностей на площадке, а также характерных особенностей и привычек затронутого населения;
- значимость средних годовых доз критической группы (групп) и уровней излучения в окружающей среде в результате плановых радиоактивных выбросов и возможных выбросов.

4.23. Программа текущего мониторинга должна также предусматривать обеспечение хорошей основы для аварийного мониторинга в случае аварии. Это требует значительной гибкости в организации мониторинга (посредством выбора и калибровки необходимого оборудования, пригодного как для текущего, так и для аварийного мониторинга, организационного обеспечения и обучения персонала) для обеспечения возможности быстрого перехода от режима нормальной к режиму аварийной эксплуатации в программе мониторинга. Важным фактором является тщательная подготовка и планирование мониторинга на случай возможных аварийных ситуаций.

Мониторинг источника

4.24. Мониторинг источника — это мониторинг конкретного источника излучения или сброса радионуклидов, образовавшихся в ходе практической деятельности. Базовые критерии разработки программ мониторинга источника являются одинаковыми для всех источников, но масштабы и частота проведения мониторинга различны. Как правило, программы мониторинга источника предназначены для измерения мощности доз на источнике и/или скорости сбросов радионуклидов. Мощность дозы может колебаться в зависимости от характера источника и его состояния. Вид сбросов также может изменяться: во время эксплуатации чаще всего постоянно сбрасываются аэрозольные отходы, но сама эксплуатация может

приостанавливаться, в то время как жидкие отходы могут сбрасываться непрерывно или могут храниться, а затем периодически сбрасываться из баков.

4.25. Для каждого типа источника и для каждого пути возможного облучения необходимо учитывать местоположение точки измерения, наличие необходимости непрерывного мониторинга, периодичность пробоотбора и/или измерений и потребности в дополнительной информации. В отношении сбросов радионуклидов может возникнуть необходимость получения информации о химической форме, плотности и расходе потока сброса, а также метеорологических и гидрологических данных и информации, касающейся принимающей среды [6].

Мониторинг окружающей среды

4.26. Мониторинг окружающей среды проводится на объекте и за пределами объекта, вызывающего облучение населения и появление радионуклидов в окружающей среде. Программы мониторинга окружающей среды включают измерения радиационных полей и концентраций активности радионуклидов в пробах окружающей среды, относящихся к облучению людей, прежде всего в воздухе, питьевой воде, сельскохозяйственной продукции и в натуральных пищевых продуктах, а также в биоиндикаторах, которые накапливают радионуклиды и являются мерой измерения динамики в уровнях активности.

4.27. Мониторинг окружающей среды, ориентированный на источник, проводится для оценки воздействия конкретного источника излучения и сброса радионуклидов. Для определения воздействия на окружающую среду конкретного источника необходим выбор точек измерения и пробоотбора, а также применение аналитических методов, которые позволяют обнаружить излучение и радиоактивное загрязнение, вызываемое рассматриваемым источником.

4.28. Хотя многие источники, обуславливающие выбросы радионуклидов или дозы внешнего облучения, локализованы, что позволяет сосредоточиться на них при выполнении программ мониторинга окружающей среды, существуют также множественные, широко рассредоточенные или поверхностные источники, исключающие применение данного подхода. Радионуклиды, поступающие из таких источников, смешиваются в окружающей среде, и вызывают необходимость контроля совокупного вклада множественных или широко разбросанных

источников. Применяемый в таких условиях мониторинг окружающей среды, ориентированный на человека, часто характеризуется охватом обширных территорий и возможностью обнаружения большинства радионуклидов, находящихся в окружающей среде [6].

4.29. Мониторинг окружающей среды всегда зависит от характерных особенностей конкретного участка окружающей среды, подлежащего контролю. Мониторинг осуществляется для выявления изменений в долгосрочных тенденциях концентраций активности или мощности доз в окружающей среде. Другие задачи мониторинга окружающей среды состоят в проверке результатов мониторинга источника и в подтверждении прогнозов переноса радионуклидов в окружающей среде. Программы мониторинга окружающей среды должны быть всеобъемлющими и адаптированными для данной территории, они должны предусматривать быстрое реагирование и возможность проведения пробоотбора и измерения мощности доз или уровней активности в аварийных ситуациях.

Индивидуальный дозиметрический контроль

4.30. Индивидуальный дозиметрический контроль предусматривает измерения, выполняемые непосредственно на человеке. Его обычно не применяют в программах текущего мониторинга облучения населения, но его можно использовать после аварий для оценки фактических доз, полученных отдельными лицами, и информирования населения [6]. Специальные программы индивидуального дозиметрического контроля можно осуществлять в научных целях, например, для валидации моделей, или для предоставления информации для успокоения населения.

4.31. Индивидуальный дозиметрический контроль предусматривает измерения доз внешнего облучения при помощи дозиметров, проводимые отдельными лицами из населения и/или измерения количеств радиоактивных веществ в теле или в испражнениях, а также интерпретацию таких измерений в пересчете на индивидуальные дозы.

5. ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И В СЛУЧАЯХ ВМЕШАТЕЛЬСТВА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

5.1. Программы радиационного контроля предусматривают измерения излучения в месте источника и в окружающей среде, содержания радионуклидов в среде выбросов и в пробах окружающей среды, а также – в очень редких случаях – в теле человека. Вспомогательные программы мониторинга предусматривают другие виды измерений и работ по сбору данных, например необходимых общих характеристик окружающей среды (метеорология, гидрология, тип почвы и т.д.), характеристик населения (возрастная структура населения, привычный рацион, род занятий и т.д.) а также экономических характеристик (земле- и водопользование, сельскохозяйственные технологии и т.д.).

5.2. Программы радиационного контроля во многом определяются характеристиками источника выбросов, среды выбросов и скорости выбросов, составом радионуклидов, а также физической или химической формой сбрасываемых радионуклидов и параметрами окружающей среды в районе, загрязненном радионуклидами. Они также определяются возможностями контроля выбросов применительно к объектам практической деятельности и случаям вмешательства. Для контроля источника выбросов (вентиляционная труба, сбросной трубопровод и т.д.) или радиоактивного загрязнения окружающей среды применяются различные методики и программы.

5.3. На различных этапах эксплуатации установки: (предэксплуатационный период, эксплуатационный этап, этап вывода из эксплуатации (или закрытия) и период после закрытия) применяются различные программы мониторинга с разными целями. При разработке программ мониторинга следует также учитывать возможные составляющие облучения от близлежащих объектов практической деятельности или источников, каналы выбросов и путь (пути) облучения людей, экологические особенности площадки, характеристики и привычки соответствующего населения, а также вероятную величину средней годовой индивидуальной дозы по критической группе, рассчитанную на основе плановых и потенциальных выбросов.

5.4. Структура программы мониторинга является результатом процесса оптимизации, в котором учитывается следующее: наличие ресурсов для измерения, относительная важность различных путей облучения, а также уровни активности и дозы с учетом пределов, установленных регулирующим органом. После внедрения программы мониторинга ее необходимо периодически пересматривать для обеспечения ее постоянного соответствия поставленным задачам.

КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ОБЪЕКТОВ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.5. Во время проведения оценок безопасности, осуществляемых в рамках процесса лицензирования, следует проводить анализ и оценку эксплуатации объектов, на которых потенциально может произойти выброс радионуклидов, и определяются режимы их работы. В основном в рамках процесса лицензирования определяются следующие данные:

- диапазон радионуклидов, которые предположительно могут сбрасываться на различных этапах эксплуатации, включая аномальные состояния;
- облучение по важным путям, которые вносят вклад в дозы, а также ожидаемые дозы в результате выбросов;
- установленные пределы выбросов.

5.6. Одной из основных целей программы мониторинга является проверка допущений и валидация результатов оценки безопасности. Таким образом, в программе мониторинга особое внимание необходимо уделять критическим путям облучения и критическим радионуклидам.

5.7. Характер программы мониторинга изменяется на различных этапах эксплуатации установки. На предэксплуатационном этапе мониторинг окружающей среда предназначен для определения существующей концентрации активности и мощностей доз излучения в окружающей среде. На этом этапе необходимо изучать местные факторы (например, метеорологические, гидрологические, гидробиологические характеристики в водной среде, распределение населения, скорости потребления пищевых продуктов, коэффициенты занятости и землепользование), которые могут повлиять на дозы, получаемые лицами из населения. Сеть мониторинга и режим отбора проб окружающей среды следует разрабатывать на основе этой информации.

5.8. На начальных этапах эксплуатации установки необходимы частые и детальные измерения параметров окружающей среды для подтверждения прогнозов поведения и переноса радионуклидов в окружающей среде. По мере накопления опыта можно уменьшить масштабы как мониторинга источника, так и мониторинга окружающей среды. Нормальные выбросы могут не показать легко определяемые уровни излучения или наличие радионуклидов в окружающей среде как на начальном этапе эксплуатации, так и даже после многих лет эксплуатации. Тем не менее, любое решение по сокращению периодичности пробоотбора или объема программы мониторинга окружающей среды необходимо тщательно обдумывать и учитывать возможность изменения режимов сбросов или непредвиденных выбросов, а также любые имеющиеся вопросы, беспокоящие население. На установке и/или в организации, проводящей мониторинг, должна быть рассмотрена возможность участия населения в создании и обзоре программ мониторинга с тем, чтобы предотвратить возникновение вопросов, беспокоящих население.

5.9. Обычно программы мониторинга подлежат периодическому рассмотрению в целях обеспечения того, что измерения по-прежнему соответствуют своей цели, а также того, что не был упущен ни один важный канал сброса или переноса в окружающей среде, а также не были пропущены какие-либо важные пути облучения. В случае изменений способа эксплуатации установки с источником или характера выбросов необходимо провести переоценку программ мониторинга для обеспечения их постоянной достоверности. В период эксплуатации установки могут также возникнуть значительные изменения в местных окружающих условиях (например, биологические изменения в водной экосистеме вследствие термальных сбросов (отвода тепла) или общей эвтрофикации всего водного объекта, перераспределения окружающего населения или изменений в его привычках). Такие изменения могут в значительной степени повлиять на каналы переноса в окружающую среду и пути облучения.

5.10. Изменения, произведенные регулирующим органом в разрешении на сброс на основе его регулярных рассмотрений, также могут влиять на построение программы мониторинга. И наконец, программу мониторинга окружающей среды следует корректировать в случае изменения и прекращения эксплуатации, во время вывода установки с источником из эксплуатации и в период после закрытия.

Предэксплуатационные исследования

5.11. Предэксплуатационные исследования проводятся для видов практической деятельности в целях определения «фоновых» радиационных уровней окружающей среды и концентраций активности для последующего определения воздействий источника. Необходимо также выполнить предэксплуатационные оценки состава радионуклидов, ожидаемого во время эксплуатации установки, возможные пути сбросов и предполагаемые объемы сбросов в окружающую среду с должным учетом работы систем обработки отходов, которые будут установлены. Предэксплуатационные исследования должны быть такими, чтобы они могли обеспечить наличие базовых характеристик окружающей среды для их использования при прогнозировании доз облучения населения и сбросов в окружающую среду. На основе этих предэксплуатационных исследований устанавливаются первые санкционированные пределы и условия сбросов в окружающую среду и разрабатывается программа мониторинга.

5.12. Для этого необходимо определить следующее:

- a) предполагаемый полный состав радиоактивности и радиационные характеристики источника;
- b) типы и активности сбрасываемых радионуклидов, их физическую и химическую форму, методы и каналы сброса, а также скорости сброса;
- c) механизмы переноса радионуклидов в природных средах, включая механизмы рассеяния и реконцентрации, а также их сезонные изменения;
- d) природные и искусственные особенности окружающей среды, влияющие на этот перенос (например, геологические, гидрологические и метеорологические условия, растительность или наличие водоемов или гаваней);
- e) экологические характеристики водоема, планируемого для приема жидких сбросов (например, его фауна и флора, годовые изменения, состояние эвтрофикации и предполагаемые изменения в экосистемах);
- f) использование окружающей среды для нужд сельского хозяйства, в качестве источника водоснабжения и продовольствия, промышленного производства, проживания и отдыха;
- g) плотность населения, его распределение по возрасту, рациону питания, профессиональному признаку, предпочтениям в быту и способам проведения досуга;
- h) возможные критические группы;

- i) существующие уровни радионуклидов в окружающей среде и их вариабельность;
- j) наличие каких-либо физических или химических загрязнителей, которые могут повлиять на перенос радионуклидов.

5.13. В рамках предэксплуатационной программы можно также определить соответствующие индикаторные организмы⁶ или индикаторные материалы для конкретных радионуклидов. Предэксплуатационная программа может также служить для обучения персонала и испытания оборудования, приборов и организации программ эксплуатационного мониторинга. Осуществление предэксплуатационной программы следует начинать задолго (за 2-3 года) до начала эксплуатации, с тем чтобы можно было изучить годовую вариабельность местной окружающей среды.

5.14. На предэксплуатационном этапе необходимо тщательно рассмотреть мероприятия по аварийной готовности с точки зрения мониторинга источника, мониторинга окружающей среды и индивидуального дозиметрического контроля, который может потребоваться в случае возникновения какой-либо аварии. Необходимо, чтобы все ответственные лица и организации знали об основных уровнях вмешательства [2], и следует установить действующие уровни вмешательства (ДУВ)⁷ на основе характеристик, присущих конкретным объектам. ДУВ должны опираться на параметры, которые легко измерить (например, мощность дозы в воздухе или плотность осаждения радионуклидов) для обеспечения оперативности интерпретации результатов в случае необходимости вмешательства.

⁶ Индикаторные организмы – это представители биоты, которые могут не иметь значения с точки зрения путей облучения человека и поэтому не применяются для целей оценки дозы, но которые эффективно накапливают радионуклиды и поэтому могут применяться в качестве чувствительных индикаторов для оценки динамики изменения радиационных уровней и концентраций активности радионуклидов в окружающей среде.

⁷ ДУВ обычно выражаются в терминах мощности дозы, активности сброшенного радиоактивного материала, интегрированную по времени концентрацию активности воздуха, концентрации активности в грунте и на поверхности или концентрации активности радионуклидов в пробах окружающей среды, пищи или воды.

Мониторинг на этапе эксплуатации

Мониторинг источника

5.15. Мониторинг источника в контексте настоящего Руководства по безопасности предусматривает измерение разрешенных сбросов и радиационных полей (уровней излучения) вокруг самого источника. Сбросы в окружающую среду могут осуществляться в форме газов, аэрозолей или жидкостей. Относительная активность сбросов может изменяться в аномальных режимах эксплуатации, а внешние радиационные поля вокруг источника могут повышаться.

5.16. Конкретные задачи мониторинга источника в пределах практической деятельности состоят в следующем:

- a) подтверждение соответствия разрешенным пределам аэрозольных и жидких сбросов;
- b) предоставление информации, необходимой для проверки правильности работы систем обработки и контроля отходов;
- c) обеспечение раннего предупреждения о любых отклонениях от нормальной разрешенной эксплуатации;
- d) предоставление данных по сбросам радионуклидов в окружающую среду в качестве основы для расчета прогнозного моделирования уровней излучения и концентраций активности в окружающей среде, а также облучения населения (например, скорость сбросов и состав радионуклидов).

5.17. Структура программы мониторинга источника должна позволять выполнение проверки соответствия разрешенным пределам сбросов, а также критериям в отношении сбросов, установленным регулирующим органом. Контроль радиоактивных сбросов может предусматривать измерение конкретных радионуклидов или измерение суммарной активности в зависимости от обстоятельств. Измерения, как правило, выполняются до того, как произойдет разбавление либо в точке сброса (например, в вентиляционной трубе при сбросах в атмосферу), либо в сбросном трубопроводе при жидких сбросах. В случае дозированных сбросов материалы для сброса надлежащим образом характеризуются указанием объема порции и составом радионуклидов в пробе, отобранной в технологической емкости из гомогенизированной порции до момента сброса.

5.18. Для аэрозольных и жидких отходов возможно проведение трех видов измерений:

- а) онлайн-мониторинг сбросов;
- б) непрерывный пробоотбор и лабораторные измерения концентраций активности в пробах;
- в) периодический пробоотбор и лабораторные измерения концентраций активности в пробах.

5.19. Выбор процедур пробоотбора и измерениям определяется следующим:

- а) характеристиками и количеством сброшенных радионуклидов и чувствительностью системы измерения;
- б) ожидаемыми со временем изменениями, если таковые будут, скорости сбросов радионуклидов;
- в) вероятностью внеплановых сбросов, требующих оперативного обнаружения и оповещения.

5.20. Во всех ситуациях необходимо предусматривать точное определение объема сбрасываемого материала в зависимости от времени, с тем чтобы можно было вычислить суммарную активность сбросов за данный период времени с учетом измерений концентрации активности. Для того, чтобы рассчитать дозу облучения критической группы в результате сбросов, необходимы также соответствующие данные по метеорологическому и гидрологическому рассеянию. Ниже приводятся другие параметры, которые могут быть полезными при оценке воздействия сбросов:

- а) физическая и химическая форма и растворимость сброшенного радионуклида (радионуклидов);
- б) гранулометрическое распределение в случае аэрозольных сбросов;
- в) показатель pH в случае жидких сбросов на водной основе.

5.21. Программы мониторинга источника и мониторинга окружающей среды должны быть хорошо согласованы между собой. При нормальных сбросах концентрации активности, обнаруженные в ходе мониторинга окружающей среды обычно очень низки, и поэтому в большинстве случаев расчеты дозы основываются на данных мониторинга источника и на соответствующих моделях.

5.22. При разработке требований в отношении приборов и обработки данных для мониторинга нормальных сбросов необходимо также учитывать

возможность выбросов при отклонениях от нормальной эксплуатации, а также аварийных выбросов. Это поможет обеспечить то, чтобы рабочий диапазон измерений ключевых приборов был достаточным, устройства аварийного оповещения/сигнализации находились в надлежащем состоянии, а также обеспечить достаточную оперативность выполнения анализа аварийных данных, необходимых для ведения мониторинга окружающей среды и для реализации контрмер. При этом важно понимать, что состав радионуклидов, а также физические и химические характеристики выброса в аварийной ситуации, скорее всего, будут отличаться от состава и характеристик, присущих сбросам при нормальных режимах эксплуатации. Это следует учитывать при разработке систем мониторинга аварийных выбросов в целях достижения достаточной гибкости реагирования [6].

Мониторинг окружающей среды

5.23. Мониторинг окружающей среды в контексте настоящего Руководства по безопасности предусматривает измерение мощности доз внешнего облучения в окружающей среде и концентраций активности радионуклидов в воздухе, воде, почве, донных отложениях, растительности, организмах животных и в пищевых продуктах. Он подразделяется на два вида: мониторинг, ориентированный на источник и мониторинг, ориентированный на человека. При разработке программ мониторинга окружающей среды для крупных источников основное внимание уделяется выявлению потенциально критических радионуклидов, путей и групп. Их выявление и оценка обеспечивает возможность выбора тех радионуклидов и путей, которые вносят наиболее крупный вклад в индивидуальные дозы, с тем чтобы программы мониторинга можно было сориентировать на более важные объекты.

5.24. Конкретные задачи мониторинга окружающей среды в рамках практической деятельности состоят в следующем:

- a) проверка результатов мониторинга источника и соответствующего моделирования для обеспечения правильности прогнозов и непревышения предписанных пределов облучения;
- b) проверка соответствия радиационного фона окружающей среды предельно допустимым уровням, установленным для окружающей среды, если применимо;
- c) предоставление информации, необходимой для оценки фактических или ожидаемых доз облучения лиц из критической группы, вызванного разрешенными видами практической деятельности или источниками;

- d) выявление любых непредвиденных изменений в концентрациях активности и оценка долгосрочной динамики изменения уровней радиоактивности окружающей среды в результате сбросов;
- e) предоставление информации населению.

5.25. Структура программы мониторинга окружающей среды должна соответствовать целям мониторинга. Необходимость в программе мониторинга и ее масштабность прежде всего определяется значимостью ожидаемых доз облучения критической группы. Измерения и пробоотбор следует производить в соответствующих доступных для населения местах, находящихся за пределами площадки. Измерения должны включать измерения уровней внешнего облучения и концентраций радионуклидов во всех соответствующих пробах окружающей среды, пищевых продуктах и питьевой воде. Места выполнения измерений и отбора проб определяются конкретно для каждой площадки в целях определения самых высоких доз облучения населения и выявления наиболее загрязненных радионуклидами территорий.

5.26. Результаты программы мониторинга окружающей среды должны обеспечивать возможность верификации прогнозов, сделанных на основе результатов мониторинга источника и оценки доз облучения населения, если это возможно. Для этого необходимо осуществлять пробоотбор и измерения в местах, выбранных с учетом характера рассеяния выбросов, включая фоновые области. Кроме того, необходимо установить самую оптимальную процедуру пробоотбора, учитывающую привычки и модели потребления критической группы населения.

5.27. В дополнение к измерениям на прямых путях к человеку, необходимо рассматривать возможность измерения концентрации радиоактивности в природных или искусственно добавленных «индикаторных организмах» или материалах, например, в водорослях, лишайниках или массах взвешенных частиц, которые не всегда являются непосредственными частями пищевых цепочек. Индикаторные материалы выбираются не потому, что они представляют собой элементы рациона питания человека, а потому, что они накапливают радионуклиды и являются мерой динамики изменения уровней активности. Благодаря механизму концентрации радионуклиды в индикаторных материалах обычно определяются легче, чем в пищевых продуктах. Таким образом, индикаторные организмы или материалы представляют собой более чувствительный показатель загрязнения окружающей среды [6].

5.28. Если мониторинг окружающей среды проводится для оценки воздействия определенной практической деятельности или источника, его называют мониторингом окружающей среды, ориентированным на источник. Мониторинг окружающей среды, ориентированный на источник, должен быть таким, чтобы обеспечивать возможность верификации результатов мониторинга источника посредством отбора проб и выполнения измерений в тщательно выбранных местах вблизи установки, отобранных ввиду их корреляции с различными сбросами или аварийными выбросами. Он также должен обеспечивать возможность оценки доз, полученных в результате внешнего облучения лиц из населения за пределами площадки.

5.29. Мониторинг окружающей среды, ориентированный на человека, проводится при наличии нескольких видов практической деятельности или источников, обуславливающих потенциальное облучение той же группы лиц. Примером такого вида мониторинга является ситуация, когда имеется несколько лицензиатов и/или регистрантов поблизости друг от друга, которым было выдано разрешение сбрасывать жидкие отходы в один и тот же водоем. В этом случае выполняется программа мониторинга окружающей среды, ориентированного на человека, включающая деятельность конкретной критической группы людей, характерной для этой территории (см. пункты 4.12-4.17).

5.30. Принципы разработки программ мониторинга, ориентированного на человека, очень похожи на принципы построения программ мониторинга, ориентированного на источник. В случае программы мониторинга окружающей среды, ориентированной на человека, необходимо выбрать места пробоотбора, в которых возможно провести оценку совокупного воздействия всех сбросов; например, в упомянутом выше случае – в месте слияния поверхностных вод или на станции водоочистки. Для правильной разработки такой программы мониторинга необходима информация об уровнях излучения и о радионуклидах, поступивших от каждого активного источника, об их химической и физической форме и о периодичности сбросов, что позволит применить правильные методы отбора и измерений.

Мониторинг в период вывода установок из эксплуатации

5.31. Установки, подлежащие выводу из эксплуатации в конце полезного срока их службы, включают предприятия по добыче и обогащению урановых руд, заводы по обогащению урана, заводы по изготовлению топлива, ядерные реакторы [33, 34], заводы по переработке ядерного топлива и другие установки по производству и обработке радионуклидов.

Как правило, отработавшее топливо и другие делящиеся материалы и высокоактивные элементы удаляются на раннем этапе (что является частью эксплуатации) для уменьшения риска. Затем проводится дезактивация, демонтаж и удаление радиоактивного материала, отходов, конструкций и элементов, а некоторые здания и установки, находящиеся на площадке, после очистки могут освобождаться от контроля. Наконец, все материалы со значительными уровнями активности [2] удаляются, а площадка получает разрешение на неограниченное использование. Продолжительность периода вывода из эксплуатации может быть преднамеренно затянута с целью сокращения дополнительного риска путем радиоактивного распада.

5.32. В процессе вывода из эксплуатации потенциал воздействия на окружающее население в результате прямого облучения и выбросов радионуклидов изменяется по сравнению с этапом эксплуатации. Как только делящиеся материалы удаляются из реактора или с перерабатывающих заводов, исчезает вероятность возникновения ядерной аварии или выбросов короткоживущих продуктов деления. Состав и частота радиоактивных сбросов в жидкой форме в результате процесса вывода из эксплуатации будут меняться и в конечном итоге прекратятся. Тем не менее, работы по дезактивации и демонтажу, являющиеся неотъемлемой частью процесса вывода из эксплуатации, могут приводить к радиоактивным выбросам вследствие образования, взвешивания и повторного взвешивания загрязненных аэрозолей. В случае реакторов могут также сбрасываться продукты активации. Если загрязненный воздух нельзя пропустить через фильтруемые и контролируемые точки вывода эфлюентов, например, вентиляционные трубы, имеется вероятность рассеянных поверхностных выбросов, которые трудно контролировать в месте источника. Таким образом, поскольку по мере протекания процесса вывода из эксплуатации имеется вероятность изменения параметров источника выбросов, системы мониторинга источника и окружающей среды, которые были введены в действие во время эксплуатации установки, необходимо подвергнуть оценке для определения необходимости внесения в них изменений. После определения необходимости изменений, требования в отношении мониторинга источника и окружающей среды документально оформляются в плане вывода из эксплуатации [22].

5.33. Вывод из эксплуатации считается скорее видом практической деятельности, чем вмешательством, и в процессе вывода из эксплуатации применяются нормы радиационной защиты населения, распространяющиеся на виды практической деятельности [22, 23]. Любое остаточное загрязнение окружающей среды, оставшееся после предшествующей эксплуатации

выводимой из эксплуатации установки, не считается частью практической деятельности по выводу из эксплуатации, но может стать кандидатом на вмешательство в случае принятия соответствующего решения. Мониторинг в таких ситуациях хронического (длительного) облучения рассматривается в пунктах 5.118-5.132.

Мониторинг источника

5.34. Как указывалось в отношении этапа эксплуатации, сбросы в окружающую среду во время вывода установок из эксплуатации могут быть в форме газов, аэрозолей или жидкостей. В период вывода из эксплуатации относительная активность сбросов может измениться, а внешние радиационные поля вокруг источников могут колебаться, но в конечном итоге становятся слабее. Конкретные задачи мониторинга источника в основном те же что и на этапе эксплуатации; тем не менее, возрастает вероятность обнаружения поверхностных рассредоточенных источников. По мере перехода установок к выводу из эксплуатации необходимо пересмотреть существующую программу мониторинга и по возможности адаптировать ее к новой ситуации для уверенности в том, что она по-прежнему обеспечивает проверку соответствия разрешенным пределам и критериям по внешним радиационным уровням и сбросам, установленным регулирующим органом.

5.35. Как указывалось в отношении этапа эксплуатации, выбор процедур пробоотбора и измерений зависит от характеристик сбрасываемых отходов, чувствительности системы измерения, предполагаемых колебаний и вероятности того, что внеплановые сбросы потребуют оперативного обнаружения и оповещения. Возможные случайные/аварийные выбросы во время вывода установок из эксплуатации (после удаления отработавшего топлива или иных делящихся материалов) по всей вероятности будут менее масштабными, чем на этапе эксплуатации, поэтому требования в отношении аппаратуры мониторинга, предусматривающие эффективное

функционирование в широком динамическом диапазоне⁸, могут быть менее строгими. После окончания вывода из эксплуатации необходимость в мониторинге источника отпадает.

Мониторинг окружающей среды

5.36. На этапе вывода установки из эксплуатации *мониторинг окружающей среды сходен с мониторингом, выполняемым на этапе эксплуатации, с корректировкой, учитывающей изменения, произошедшие в параметрах источника выброса и в критических радионуклидах, путях и группах.* В программе мониторинга окружающей среды необходимо предусматривать измерение мощности дозы внешнего облучения и концентрации активности радионуклидов в воздухе, воде, почве, донных отложениях, растительности, в организмах животных и пищевых продуктах.

5.37. Также как и на этапе эксплуатации, мониторинг на этапе вывода установки из эксплуатации включает задачи, указанные в пункте 5.24. Поскольку на этапе снятия с эксплуатации вероятно появление поверхностных рассредоточенных источников, которые трудно контролировать, мониторинг окружающей среды приобретает дополнительное значение. Несмотря на то, что концентрация активности может быть очень низкой или даже не поддающейся измерениям, измерения параметров окружающей среды могут быть необходимы для оценки верхних границ возможных доз облучения населения.

5.38. Структура программ мониторинга окружающей среды во время вывода установки из эксплуатации должна отвечать задачам мониторинга и учитывать изменившиеся параметры источника выброса и соответствующие изменения в критических радионуклидах, путях и группах. После устранения потенциальной возможности ядерного деления, например, необходимость в измерениях короткоживущих изотопов йода в окружающем воздухе, кормах и молоке отпадает. Подобным образом

⁸ Динамический диапазон, – это диапазон мощности дозы или концентраций радионуклидов, который может быть с достоверностью измерен системой оперативного онлайн-мониторинга. Нижняя граница определяется пределом обнаружения, а верхняя граница – допустимым пределом надежного срабатывания системы в результате насыщения системы счета импульсов детектора. Система оперативного (онлайн-мониторинга) – это устройство, обычно используемое для измерения активности в воздухе или в воде, которое непрерывно измеряет излучение от радионуклидов, проходящих через счетную камеру или получаемых путем отбора проб сред на месте.

становится возможным сократить, а затем исключить необходимость мониторинга поверхностных вод, поскольку сбросы радиоактивного материала в жидкой форме значительно уменьшаются или прекращаются. Программа отбора аэрозолей, которая была введена в действие для этапа эксплуатации, должна быть достаточной для контроля аэрозолей, которые могут образовываться во время вывода из эксплуатации, при условии, что станции отбора проб будут размещены правильно.

5.39. В зависимости от методов вывода из эксплуатации некоторые аспекты мониторинга окружающей среды можно по-прежнему использовать после того, как в остальном задачи вывода установки из эксплуатации будут выполнены. Примером здесь может служить ситуация, при которой грунтовые воды были загрязнены в результате работы установки. Мониторинг можно продолжить для подтверждения того, что процессы растворения, дисперсии, секвестрации и радиоактивного распада сокращают концентрацию до допустимых уровней [17] до того, как грунтовые воды достигают уровней безопасного отбора для потребления.

5.40. Некоторые аспекты мониторинга окружающей среды, которые обсуждались ранее в разделе об этапе эксплуатации, пригодны для непосредственного применения в рамках мониторинга, проводимого во время вывода установок из эксплуатации, но здесь они не повторяются (см. пункты 5.26-5.30).

Мониторинг установок для захоронения радиоактивных отходов после их закрытия

Общие принципы

5.41. В данном разделе рассматривается специальный мониторинг установок, предназначенных для изоляции и содержания радиоактивных отходов – в основном в период после окончания эксплуатации этих установок и их закрытия. Во время этапа эксплуатации действуют руководящие материалы, приведенные выше; см. подразделы по предэксплуатационным исследованиям (пункты 5.11-05.14) и мониторингу на этапе эксплуатации (пункты 5.15-5.30). Рассматриваемые установки для захоронения отходов включают установки, в которых отходы располагаются на поверхности (например, на некоторых площадках для отходов, образовавшихся в результате добычи и обогащения урановых или ториевых руд), в неглубоких или глубоких скважинах и глубоко под землей (установки для геологического захоронения отходов).

5.42. В этих случаях подразумевается, что отходы содержатся в хранилище на установке в течение достаточного времени до тех пор, пока активность их радиоактивного содержания уменьшится до допустимых уровней, или до тех пор, пока соответствующая скорость высвобождения активности станет достаточно низкой для обеспечения безопасности. Однако с учетом длительных временных масштабов в какой-то момент времени после закрытия хранилища может произойти миграция некоторой части радионуклидов. В отношении некоторых подвижных радионуклидов, таких как тритий, полного удержания добиться очень трудно. В случае геологических хранилищ, в которых отходы содержатся внутри нескольких инженерно-технических барьеров, миграция радионуклидов из контейнеров отходов может не происходить в течение тысяч лет после закрытия. При поверхностном и приповерхностном захоронении отходов миграция может произойти значительно раньше.

5.43. Необходимо учитывать возможную миграцию радионуклидов в атмосферу и в геологическую среду, окружающую закрытое хранилище, и, следовательно, предусматривать соответствующие меры контроля. Однако необходимо понимать, что способность проникновения в геологическую среду, как правило, имеет большее значение. Любая система мониторинга, предназначенная для использования после закрытия хранилища отходов, не должна нарушать барьеры, созданные для удержания радионуклидов.

5.44. Будущее поведение отходов в хранилище необходимо оценивать в рамках процесса оценки безопасности, осуществляемого согласно процедуре лицензирования [1, 5]. Условием выдачи регулирующим органом разрешения на эксплуатацию хранилища отходов является вывод о том, что любая предполагаемая миграция радионуклидов из хранилища не приведет к превышению соответствующих дозовых пределов, установленных регулирующим органом. Контрольные уровни концентраций радионуклидов в контролируемых средах устанавливаются с учетом граничных доз или других необходимых дозовых критериев, установленных регулирующим органом.

5.45. Таким образом, главные задачи мониторинга после закрытия хранилища радиоактивных отходов состоят в следующем:

- демонстрация соответствия контрольным уровням, установленным регулирующим органом в целях защиты здоровья людей и окружающей среды;

- подтверждение, насколько это возможно, соответствующих допущений, сделанных при оценке безопасности;
- представление признаков любых нарушений герметичности, ведущих к несанкционированным выбросам радионуклидов
- проведение информационно-просветительской работы с лицами, живущими вблизи установки для захоронения отходов и проявляющими обеспокоенность в отношении безопасности.

5.46. Мониторинг хранилищ радиоактивных отходов после закрытия должен проводиться в рамках программы институционального контроля. Программа мониторинга разрабатывается организацией, ответственной за институциональный контроль, и должна быть утверждена регулирующим органом и пересматриваться им по мере необходимости.

5.47. В принципе, мониторинг необходимо продолжать после закрытия хранилища отходов до тех пор, пока это хранилище будет оставаться объектом потенциальной опасности вследствие того, что оно является потенциальным источником радионуклидов, которые могут проникнуть в окружающую среду. Регулирующий орган устанавливает этот период с учетом физического распада радиоактивного содержимого отходов, а также с учетом результатов оценки безопасности и мониторинга.

Поверхностные и приповерхностные хранилища отходов

5.48. Программы мониторинга после закрытия, предназначенные для подтверждения безопасности хранилища отходов, должны включать измерение излучения в окружающей среде и концентрации радионуклидов в пробах окружающей среды с должным учетом указаний, приведенных в разделе 6. Программы мониторинга должны основываться на допущениях, моделировании и результатах оценки безопасности. Необходимо учитывать факторы, присущие конкретной площадке⁹ (например, климат, местоположение, геологические и геоморфологические условия, конструкцию хранилища и его барьеры, окружающую среду за пределами площадки и распределение населения) [24].

⁹ Данные по конкретной площадке – это данные по важным параметрам, используемым в моделях оценки, которые относятся к определенной рассматриваемой площадке и которые были получены для целей проведения оценки. Если данные по конкретной площадке отсутствуют, можно использовать типовые оценочные расчеты (значения/величины по умолчанию), основанные на измерениях, выполненных в других местах.

5.49. Местами для отбора проб окружающей среды в период после закрытия являются подвижные природные среды (главным образом геологические среды) и биота, через которые могут мигрировать радионуклиды и достигать мест обитания людей и таким образом проникать внутрь организма человека. Сюда относятся атмосферный воздух (в случае выделения радона на площадках для хранения отходов от добычи и обогащения урановой руды), почвенная вода и грунтовые воды, поверхностные воды, отложения, биота и пищевые продукты. Грунтовые воды контролируются через смотровые колодцы, расположенные на достаточной глубине вокруг установки и ниже по течению вод. Точки контроля поверхностных вод, отложений, биоты и пищевых продуктов должны соответствовать возможным путям миграции, определяемым в ходе предэксплуатационных исследований, а периодичность отбора проб и измерений устанавливается с учетом своевременного выявления значительных изменений скорости утечки и концентрации радионуклидов и связанных с этим уровней облучения людей в соответствии с задачами мониторинга.

5.50. После закрытия хранилища отходы характеристики источника выброса (например, пути утечки, уровни утечки, химический и физический состав высвобожденных радионуклидов) могут изменяться. Таким образом, несмотря на то, что поверхностное закрытие герметичной крышки хранилища может предотвратить или свести к минимуму выпуск летучих радионуклидов, подпочвенные утечки в грунт через искусственные инженерно-технические барьеры все же возможны. Это может привести к изменению возможных путей облучения людей и уровней облучения по сравнению с периодом эксплуатации.

5.51. В долгосрочной перспективе могут происходить изменения климатических и экологических условий, например гидрологических потоков или химического состава грунтовых вод, а также социальные перемены, например, изменения в землепользовании или технологиях производства пищевых продуктов, что может привести к значительным изменениям путей облучения людей и уровней облучения. Программы мониторинга вблизи закрытых установок для захоронения и хранения отходов необходимо пересматривать с целью учета любых изменений в условиях облучения человека.

5.52. Как указывалось в отношении других этапов эксплуатации установок, рассматриваемых в настоящем Руководстве по безопасности, уровни радионуклидов во всех соответствующих средах, расположенных вблизи закрытого хранилища отходов, следует сравнивать с соответствующими

данными мониторинга, полученными во время эксплуатации установки, и предэксплуатационными данными в целях их использования в качестве основы для определения того, произошли ли значительные изменения или какие-либо воздействия, или для определения вероятности их возникновения.

5.53. Ввиду уменьшения на момент закрытия активности короткоживущих радионуклидов в хранилищах отходов почти до нуля, мониторинг необходимо сконцентрировать на среднеживущих и долгоживущих радионуклидах, а в перспективе – только на долгоживущих радионуклидах. В период после закрытия мониторинг особенно необходим для обнаружения радионуклидов самых подвижных элементов, таких как окись трития и ^{90}Sr . Концентрацию этих радионуклидов в пробах окружающей среды необходимо интерпретировать как в соответствии с радиологическими принципами, так и в качестве начального признака разгерметизации установки.

5.54. Для обеспечения подтверждения допущений, сделанных при проведении оценки безопасности в период после закрытия, может оказаться необходимым применение более чувствительных методов измерения. Поскольку какой-либо значительной миграции радиоактивного материала из хранилища отходов не ожидается, подтверждение оценки безопасности на основе мониторинга будет строиться на необнаружении одних загрязнителей и отсутствии статистически значимых изменений уровней других, которые не являются характерными для хранилища отходов в данной местности. Мониторинг следует организовывать на основании того, что результат, «меньший, чем данная активность или концентрация», является достаточным для подтверждения оценки безопасности.

5.55. Данные мониторинга показывают, когда может потребоваться проведение исследований на предмет возможной неэффективности работы хранилища отходов с точки зрения обеспечения защиты от облучения, и когда могут потребоваться восстановительные меры. Исследования, проводимые для определения причины возникновения непредвиденных величин, могут предусматривать повторный или более широкий отбор проб. Может оказаться полезным анализ долгосрочных изменений концентраций радионуклидов во времени в соответствующих средах. Исследования необходимо продолжать до получения объяснения, которое удовлетворит и ответственную организацию, и регулирующий орган. При необходимости программу мониторинга следует пересматривать с целью корректировки в соответствии с изменяющимися параметрами выбросов и, возможно,

условиями миграции. Результаты скорректированной или новой оценки безопасности и данных мониторинга учитываются при принятии решений в отношении последующих восстановительных мер.

5.56. Многие установки из наиболее часто встречающихся типов установок приповерхностного захоронения отходов были построены и эксплуатировались в течение десятилетий, когда требования в отношении безопасности были не такими строгими как в настоящее время. Утечки подвижных радионуклидов из некоторых таких установок старого поколения более вероятны, чем утечки из современных хранилищ, поэтому для них могут требоваться более масштабные меры контроля.

5.57. Различия между мониторингом источника и окружающей среды, упомянутые в других разделах настоящего Руководства по безопасности, трудно применить в отношении установок для захоронения отходов после закрытия, за исключением полностью оснащенных специализированным оборудованием приповерхностных хранилищ, где осуществляется систематический сбор утечек радионуклидов. Поэтому за исключением таких случаев в данном контексте отсутствует дополнительная информация в отношении проведения различия между мониторингом источника и окружающей среды. Для современных специализированных приповерхностных хранилищ мониторинг продуктов выщелачивания, отбираемых из подземных дренажных систем, представляет собой наиболее чувствительный метод обнаружения утечки радионуклидов.

Особый случай применительно к установкам поверхностного захоронения отходов: шахтные отходы

5.58. Перед закрытием установок поверхностного захоронения шахтные отходы (хвосты), образовавшиеся в результате добычи и обогащения руд, как правило, покрываются слоями почвенного грунта, другими изолирующими материалами (барьерами) или водой (водоемы-хвостохранилища), что может существенным образом изменить пути облучения человека и уровней облучения по сравнению с этапом эксплуатации. В связи с этим уменьшается повторное взвешивание (ветровой перенос) частиц, но диффузия радона сквозь покрытие может остаться значительной. В программах мониторинга после закрытия необходимо учитывать изменения путей облучения человека и уровней облучения.

5.59. Для данного типа пунктов захоронения отходов, расположенных на поверхности или вблизи поверхности и подверженных природным

(например, эрозия, оползни и изменения в потоках поверхностных вод) и антропогенным (например, строительные работы и бурение в поисках полезных ископаемых или воды) воздействиям, в долгосрочной и среднесрочной перспективе возможны изменения состояния отходов, что может привести к непредсказуемым изменениям в путях облучения человека и уровнях облучения по сравнению с периодом эксплуатации установки. Таким образом, ветровая эрозия или просачивание вод с последующим загрязнением как грунтовых, так и поверхностных вод может со временем усиливаться вследствие снижения внимания к целостности барьеров в период после закрытия. Постепенное ухудшение условий захоронения отходов с точки зрения безопасности в большей степени может касаться сооружений, построенных в прошлом, когда требования безопасности были менее строгими по сравнению с современными. В программе мониторинга после закрытия необходимо учитывать изменение условий захоронения отходов [25, 26].

5.60. Кроме того, программы мониторинга пунктов поверхностного захоронения отходов, содержащих большие объемы шахтных отходов, должны предусматривать мониторинг опасных нерадиоактивных материалов.

Установки для геологического захоронения отходов

5.61. Учитывая высокую надежность защитных оболочек, являющихся основным элементом в проектах геологических хранилищ отходов, и их непроницаемость с точки зрения внешнего природного и антропогенного воздействия, долгосрочная безопасность этих сооружений не зависит от постоянно действующего институционального контроля после закрытия, включая мониторинг.

5.62. После закрытия геологического хранилища может оказаться целесообразным продолжение мониторинга на площадке и в ее окрестностях в целях демонстрации населению радиационной безопасности и подтверждения надежности сооружения. Непрерывное наблюдение за хранилищем может быть также продолжено для обеспечения ядерных гарантий. Для облегчения проведения мониторинга в будущем следующим поколениям необходимо передавать исчерпывающую базу данных по мониторингу окружающей среды [27].

5.63. Поскольку в настоящее время имеется лишь ограниченный опыт в отношении геологических хранилищ, а закрытие таких сооружений

произойдет не ранее чем через несколько десятилетий, можно ожидать, что к тому времени будут разработаны более подробные руководящие материалы по мониторингу окружающей среды.

МОНИТОРИНГ В СИТУАЦИЯХ АВАРИЙНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

5.64. В ситуациях аварийного облучения в зависимости от тяжести аварии может осуществляться радиационный контроль всех трех видов – мониторинг источника, мониторинг окружающей среды и индивидуальный дозиметрический контроль. Общую стратегию аварийного мониторинга следует планировать заранее, с тем чтобы учесть потребности специалистов по проведению оценки, по принятию решений и по реагированию с учетом динамики по времени и географического местоположения и в зависимости от вида решения в отношении защитных действий и мер реагирования, которые могут оказаться необходимыми для защиты населения и персонала аварийных бригад или для смягчения последствий аварии.

5.65. Конкретные задачи радиационного контроля окружающей среды в аварийных ситуациях состоят в следующем:

- a) обеспечение точных и своевременных данных об уровне и степени опасности, возникшей в результате радиационной аварии, включая уровни излучения и загрязнение окружающей среды радионуклидами;
- b) содействие специалистам, принимающим решения о необходимости осуществления вмешательства и выполнения защитных действий;
- c) предоставление информации для защиты персонала аварийных бригад;
- d) предоставление информации населению о степени опасности;
- e) предоставление информации, необходимой для выявления всех лиц, которым требуется долгосрочное медицинское наблюдение.

5.66. В ходе аварий характер основных данных и требований к программе аварийного мониторинга будет со временем изменяться. В целях планирования можно указать временные фазы аварии, которые затем используются для приоритизации мероприятий аварийного мониторинга. Используемые в настоящем руководстве фазы обозначаются как предваряющая выброс и ранняя фаза (выброс), фаза после выброса или промежуточная фаза и фаза восстановления или реабилитации. Эти обозначения временных фаз аварии в основном соответствуют фазам, установленных МКРЗ [28].

5.67. Масштаб ожидаемой аварии определяет построение программы мониторинга окружающей среды и пробоотбора. В то время как характер и степень аварии невозможно предвидеть, важно разработать предварительные мероприятия, охватывающие весь диапазон возможных аварий/аварийных ситуаций. Необходимо запланировать мероприятия по инструментальным измерениям, отбору проб, оценке дозы, интерпретации результатов, коммуникации и получению помощи от других организаций, если таковая потребуется.

5.68. Настоящее руководство распространяется на те установки и объекты, на которых могут произойти аварии, сопровождающиеся выбросами, требующими реализации защитных действий за пределами площадки. Сюда относятся объекты I и II категорий угрозы, установленных в [3]. Объекты, относящиеся к I категории угрозы, например, атомные электростанции, могут вызвать выбросы, которые приведут к тяжелым детерминированным последствиям для здоровья за пределами площадки. Объекты, относящиеся ко II категории угрозы, например исследовательские реакторы, могут вызвать выбросы, приводящие к дозам облучения лиц за пределами площадки, которые потребуют выполнения защитных действий в соответствии с международными нормами [2].

5.69. В период ядерной или радиологической аварии или сразу же после нее ресурсы, относящиеся к мониторингу, будут по всей вероятности сильно перегружены, и важно предусмотреть, чтобы такие ресурсы использовались с максимальной возможной эффективностью и результативностью до того, как удастся оказать дополнительная помощь. Вначале необходимо использовать всю имеющуюся в наличии метеорологическую информацию и прогнозные модели для определения географической зоны, в пределах которой могут пострадать люди в результате выброса радиоактивного материала.

5.70. Данные мониторинга источника и окружающей среды необходимо регистрировать и сохранять для их использования во время аварии, при оценке последствий аварии и для долгосрочного наблюдения за состоянием здоровья персонала аварийных бригад и лиц из населения, которые могут пострадать.

Готовность к аварийному мониторингу

5.71. Для целей планирования необходимо заранее определить две зоны, примерно соответствующие зонам, в отношении которых может оказаться

необходимым принятие различных видов решений, и для подтверждения правильности этих решений потребуются различные данные мониторинга [3].

- а) Зона планирования срочных защитных действий, которой является территория, окружающая установку и в отношении которой были предусмотрены мероприятия по выполнению срочных защитных действий в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации с целью предотвращения доз облучения за пределами площадки в соответствии с международными нормами. В пределах данной территории защитные действия выполняются с учетом мониторинга окружающей среды или, в надлежащих случаях, условий, сложившихся на площадке.
- б) Зона ограничения по потреблению пищевых продуктов и сельскохозяйственной деятельности – это зона, в которой вероятно загрязнение почвы, но необходимость в срочных защитных действиях может возникнуть с меньшей вероятностью; загрязнение может обусловить необходимость введения ограничений на использование пищевых продуктов и воды; наиболее вероятна реализация сельскохозяйственных контрмер.

5.72. Для зон аварийного планирования необходима организация мероприятий по срочной оценке любого радиоактивного загрязнения, выбросов и доз облучения в целях определения или корректировки защитных действий, выполняемых после выброса. Эта функция должна включать мероприятия по незамедлительному проведению мониторинга окружающей среды и мониторинга загрязнения людей (например, эвакуированных лиц) в пределах загрязненных территорий. Мероприятия должны предусматривать наличие контрольно-измерительных приборов и обученного персонала.

5.73. При ядерной аварии может возникнуть необходимость в срочном мониторинге большой территории. Поэтому вблизи крупных установок для целей скорейшего мониторинга и контроля шлейфа необходимо в большинстве случаев устанавливать автоматические измерительные станции, которые будут непрерывно измерять и передавать в аварийный центр данные о мощности доз в окружающей среде. Желательно, чтобы эти измерительные станции могли также измерять концентрацию аэрозольных частиц, газообразного йода и любых других особо важных радионуклидов. Например, если на установке находятся большие количества трития, можно установить специальное устройство для измерения трития.

5.74. Необходимо разработать карту с указанием заранее выбранных мест для отбора проб. Компьютерные модели рассеивания шлейфа с параметрами источника выброса, метеорологическими условиями и другими учитываемыми факторами могут помочь при определении приоритетов мониторинга. Населенные районы, в отношении которых предполагается наибольшее загрязнение, должны в первую очередь подлежать мониторингу. Тем не менее, лица, ответственные за осуществление оценки и управление аварией, должны понимать, что прогнозы дозы не являются точными. Необходимо учитывать предполагаемую разницу между результатами, полученными на основе различных компьютерных моделей, и не применять эти прогнозы как единственную исходную посылку для определения защитных действий.

5.75. Необходимо принимать меры по определению присутствия гамма-, бета- и альфа-излучающих радионуклидов и по установлению границ территорий, требующих выполнения различных защитных действий и контрмер.

5.76. В пределах зон аварийного планирования с целью контроля распространения загрязнения необходимы меры по мониторингу уровней загрязнения транспортных средств, персонала и товаров, движущихся внутрь загрязненных территорий и из них. Это включает разработку оперативных критериев для результатов мониторинга, которые отражают потребность в дезактивации и средствах контроля в соответствии с международными нормами [2, 3].

5.77. Кроме того, необходимы меры по срочной оценке результатов мониторинга окружающей среды и индивидуального дозиметрического контроля в целях инициирования защитных действий для защиты работников аварийных бригад и населения. Они должны включать контроль за соблюдением установленных ДУВ, с тем чтобы превышение этих уровней сопровождалось как можно более автоматизированными действиями по вмешательству. ДУВ, как правило, устанавливаются для каждой конкретной площадки или даже конкретного типа аварии. Полезный пример процедур оценки, подлежащих выполнению в случае аварии реактора, дан в документе [10]; ту же методику можно адаптировать к другим типам установок.

5.78. В отношении аварийной готовности необходимо учитывать последствия длительных радиоактивных выбросов и огромную нагрузку на местные ресурсы при проведении мониторинга. Поэтому в процессе

планирования следует предусмотреть возможность получения помощи от других организаций, если она потребуется.

5.79. Данные мониторинга окружающей среды анализируются с целью получения информации, обеспечивающей принятие верных решений (например, карты). Результаты, поступающие от различных организаций (на уровне установки, на местном, национальном и международном уровне), проводящих мониторинг и анализы параметров окружающей среды, представляются в совместимой форме.

5.80. На случай тяжелых аварий необходимо предусмотреть создание центра радиологического мониторинга и оценки, координирующего работу всех групп, проводящих мониторинг и оценку. Эффективность этих мероприятий оценивается во время тренировок и учений, которые имитируют режимы реагирования.

Мониторинг источника в аварийных ситуациях

5.81. Главная цель проведения мониторинга источника в аварийных условиях состоит в определении величины выбросов, которые могут произойти, которые происходят или которые уже произошли. Такие данные в сочетании с метеорологическими данными и результатами прогнозного моделирования оценки дозы часто становятся первым источником информации, доступной для компетентных органов, осуществляющих вмешательство.

5.82. Если предполагается, что на установке может произойти авария, при которой возможны дозы, превышающие пределы вмешательства, тогда эксплуатирующая организация и органы, осуществляющие вмешательство, должны быть готовы к незамедлительным действиям с учетом первоначальных измерений и прогнозов. Если мероприятия в рамках аварийной готовности разработаны правильно, реагирование должно быть автоматическим и должно быть основано на надлежащим образом разработанной программе мониторинга источника.

5.83. Небольшие аварийные выбросы могут происходить через вентиляционные трубы или иные точки сброса, предназначенные для использования в режиме нормальной эксплуатации. На всех вентиляционных трубах и в точках жидких сбросов необходимо установить систему непрерывного или периодического мониторинга, имеющую достаточный динамический диапазон для определения выбросов. Для таких

каналов прогнозируемых выбросов в окружающую среду (в атмосферу и в воду) необходимо заранее разработать методы оценки выбросов в аварийных условиях.

5.84. После выброса такую информацию следует как можно скорее извлечь и использовать в сочетании с метеорологическими данными и моделями прогнозирования дозы в целях определения затронутых географических территорий и для проведения предварительной оценки прогнозируемых доз. Необходимо всегда понимать, что дополнительные выбросы могут происходить из-за неплотностей в зданиях или в местах, не предназначенных для выброса радионуклидов.

5.85. Если выброс произошел непредвиденным образом, например, в результате взрыва, значимые данные мониторинга, необходимые для определения характера выброса, могут отсутствовать. Если это так, заключение в отношении выброса можно сделать только на основе предполагаемых содержащихся в нем радиоактивных материалов. Если выброс не прекращается, необходимо рассмотреть возможность измерения скорости выброса.

5.86. В любых аварийных условиях, при которых можно определить местоположение потенциальных или фактических выбросов, необходимо проводить инструментальные измерения для того, чтобы как можно более точно определить излучение от источника, возникшее в связи с аварией. В большинстве случаев это будет сводиться к применению бета-гамма-дозиметров. Тем не менее, необходимо предусмотреть, чтобы тип дозиметров, используемых для измерения, соответствовал условиям применения. Например, если материалы выброса могут состоять из трития или плутония, то применение обычных бета-гамма-дозиметров нецелесообразно, и надо использовать специальные дозиметры и/или методики радиационного контроля.

5.87. Персонал, проводящий мониторинг, отбор проб и оценку в ходе аварий, относится к категории работников аварийных служб/бригад и подпадает под действие требований, установленных в документах [2, 3]. Необходимо предусмотреть непрерывную оценку и регистрацию доз, полученных работниками аварийных бригад.

5.88. Если во время аварии предпринимаются попытки проведения мониторинга источника, персонал должен быть оснащен соответствующими саморегистрирующими дозиметрами. Кроме того, каждый работник

должен иметь полную информацию о принятой на установке предельно допустимой дозе облучения персонала аварийных служб (EWTD), которая определяется как доза облучения, при получении которой работник не должен больше производить какие-либо измерения или принимать участие в каких-либо восстановительных мероприятиях (пожалуй, за исключением случаев спасения жизни), а должен просто вернуться и избегать накопления потенциально опасной дозы облучения. Пределы таких доз устанавливаются с учетом всех путей облучения (например, ингаляционный путь), и они должны соответствовать международным рекомендациям [2].

5.89. При крупномасштабной аварии, когда выброс происходит из неподлежащей измерению точки, или когда аварийный персонал не может добраться до места без превышения предельно допустимых доз облучения, проведение представительного мониторинга может оказаться невозможным. Минимально возможным действием будет определение изодозных кривых вокруг точки выброса, даже если это можно сделать безопасным образом только за пределами установки.

Мониторинг окружающей среды в аварийных условиях

5.90. Мониторинг окружающей среды часто может быть самым информативным источником получения данных в аварийных условиях. Теоретически более полезными являются данные мониторинга источника, но на практике возможность проведения представительного мониторинга источника при возникновении аварии часто отсутствует.

5.91. При определении первоочередности мониторинга окружающей среды (и отбора проб) необходимо учитывать характер территории, например, является ли она населенной, сельскохозяйственной, сельской или промышленной, и включает ли она производственную деятельность, бытовое обслуживание и элементы инфраструктуры.

5.92. На начальном этапе аварийного реагирования преимущественное значение имеет определение сильно загрязненных территорий, а не количественный анализ, особенно при ограниченных ресурсах, предназначенных для реагирования. В данном контексте сильно загрязненные территории – это территории, на которых уровни излучения не ниже уровней, при которых требуется вмешательство в целях предотвращения прямого потенциально опасного облучения людей.

5.93. При необходимости первоначальные измерения производятся простыми приборами и осуществляются незамедлительно с целью определения характера аварийной ситуации. Места проведения измерений должны включать некоторые определенные точки, которые были заранее определены для этой цели на основе предполагаемых мест максимального воздействия. Размеры территории, подлежащей мониторингу, будут различаться в зависимости от масштаба аварии, но она должна включать все места, где предположительно потребуется вмешательство. Интерпретацию этих простых измерений в привязке к конкретной площадке и конкретному типу аварии следует учитывать в процессе разработки программы аварийной готовности в целях быстрого осуществления любого необходимого вмешательства. Таким образом на основе состава смеси радионуклидов, определенного для типа предполагаемой аварии, можно интерпретировать измеренную мощность дозы в воздухе в переводе на вероятные суммарные дозы облучения лиц из населения. Это должно быть сделано заранее с тем, чтобы можно было осуществить любое необходимое вмешательство на основе сравнения простых измерений с ДУВ, установленными для этой площадки и/или для этого типа аварии.

5.94. На раннем этапе тяжелой аварии, вызывающей радиоактивное загрязнение воздуха, приоритетные действия, связанные с измерениями параметров окружающей среды и отбором проб, состоят в следующем.

- a) Оперативные измерения мощности дозы внешнего гамма-излучения на соответствующих территориях, с тем чтобы определить, не был ли превышен заранее установленный ДУВ. Эти измерения повторяются многократно, не реже одного раза в час, в местах возможного вмешательства, при этом учитываются метеорологические данные и данные предыдущих наблюдений. Для больших установок, на которых могут произойти крупные аварии, можно заранее определить места возможного значительного осадения радионуклидов и обеспечить возможность проведения таких измерений с самолета.
- b) Отбор проб воздуха из шлейфа во время выброса для измерения концентрации и состава радионуклидов с целью получения данных, необходимых для оценки вероятной опасности ингаляционного пути поступления. Независимо от того, существует ли возможность проведения вышеуказанных измерений, необходимо также произвести простое измерение мощности дозы внешнего облучения в воздухе. Следует предусмотреть возможность осуществления экспресс-анализа этих проб в целях пересмотра стандартных действующих уровней вмешательства и предельно допустимых доз облучения.

- с) Сразу же после прекращения выбросов и осаждения радионуклидов следует провести измерения мощности дозы внешнего облучения в воздухе вследствие осаждения на поверхности земли для выявления любых мест, в которых ДУВ в отношении эвакуации, отселения и ограничения потребления пищевых продуктов превышены. Кроме того, в зоне осаждения производится полевая гамма-спектрометрия. Это обеспечит возможность определить, какие гамма-излучающие радионуклиды присутствуют в этой зоне. Одновременное измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения в воздухе обеспечит возможность рассчитать удельную плотность осадений конкретных радионуклидов в других зонах, в которых были проведены только простые измерения мощности дозы внешнего гамма-излучения в воздухе.
- d) Определение некоторых мест, в которых можно проводить непрерывную регистрацию мощности дозы внешнего гамма-излучения в воздухе. Это будет полезно для прогнозирования доз во времени и, при необходимости, для нового определения ДУВ.
- e) Отбор проб почвы после окончания выброса или после прохождения шлейфа для измерения концентрации радионуклидов с целью определения величин осадений на поверхности земли, дополняющих те, которые были получены с помощью средств полевой гамма-спектрометрии. Если существует вероятность того, что были выброшены радионуклиды, которые невозможно обнаружить средствами полевой гамма-спектрометрии, эти пробы необходимо подготовить для обнаружения чистых бета- (например, ^{90}Sr) и альфа- (например, ^{239}Pu) излучателей.
- f) Отбор проб загрязненной пищи, воды и молока после прекращения выброса или после прохождения шлейфа; измерение концентрации радионуклидов предоставляет исходные данные, требующиеся для оценки необходимости введения ограничений на потребление пищи и возможной ликвидации пищевых продуктов.

Мониторинг на этапе до начала выброса и во время выброса

5.95. Если имеются признаки вероятности выброса, но он еще не произошел, необходимо в первую очередь оценить информацию о возможном составе материала, который может присутствовать в выбросе, а также метеорологические данные (включая скорость ветра, направление ветра и информацию об осадках), которые могут указать места возможного загрязнения. В зависимости от радионуклидов, которые могут быть

выброшены, необходимо обеспечить наличие соответствующих типов приборов.

5.96. В период до начала выброса формируются группы мониторинга окружающей среды, которые дислоцируются в населенных зонах. Если прогнозируемый выброс будет крупным, во время тренировок и учений необходимо отработать существующие планы привлечения помощи от других организаций.

5.97. Если на установке имеется оборудованный измерительными приборами самолет, или если его может предоставить другое предприятие, необходимо организовать полет такой воздушной платформы, что обеспечит оперативное получение данных о мощности дозы внешнего гамма-излучения в шлейфе и, по возможности, отбор проб выброшенного материала. Обычно пробы отбираются путем прокачки воздуха через фильтрующий материал, например, стекловолокно. Однако если имеются основания полагать, что в шлейфе содержатся радионуклиды, которые не захватываются стекловолоконными фильтрами, необходимо предусмотреть использование специальных пробоотборников. Например, в дополнение к стекловолоконным фильтрам предусматриваются фильтры с активированным углем для обеспечения отбора радиоактивного йода, а также специальные устройства для отбора проб трития.

5.98. Если выброс произошел, самым целесообразным измерением, как правило, является измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения в шлейфе, а также мощности дозы внешнего гамма-излучения в воздухе, возникающего в результате осаждения радионуклидов на земле. Измерения такого типа легче и быстрее всего можно провести с воздушных платформ, если они имеются. В противном случае измерения мощности дозы внешнего гамма-излучения в воздухе могут выполняться на земле группы, оснащенные обычными поисковыми бета-гамма-дозиметрами. Первоначальная цель заключается в определении мест возможного превышения ДУВ и, соответственно, принятия в этих местах защитных мер.

5.99. ДУВ следует устанавливать заранее, что позволяет осуществлять оперативную интерпретацию результатов измерений мощности дозы с точки зрения необходимости вмешательства. Для некоторых типов аварий очень важным фактором является присутствие короткоживущих радионуклидов с точки зрения доз облучения лиц из населения, полученных на начальном этапе аварии. При решении вопроса о вмешательстве

необходимо принимать во внимание эти полученные на начальном этапе дозы облучения, обусловленные короткоживущими радионуклидами.

5.100. Следует отбирать пробы кормов, молока, других пищевых продуктов и воды и делать соответствующие измерения для оценки облучения населения и для целей осуществления вмешательства, например, введения ограничений на потребление пищевых продуктов. Молоко имеет особое значение при авариях реакторов или при авариях с возникновением критичности вследствие сопутствующих выбросов радиоактивного йода. Рекомендованные уровни вмешательства по радионуклидам в пищевых продуктах приведены в «Основных нормах безопасности» [2]. Если имеются основания полагать, что имели место выбросы трития, необходимо произвести измерения содержания трития в кормовых растениях.

5.101. В зависимости от характера выброса целесообразно после выброса установить наземные воздушные пробоотборники для контроля присутствия выпавших с осадками и повторно взвешенных радионуклидов. Повторное взвешивание/ветровой перенос радионуклидов не всегда приводит к возникновению значимого пути облучения; однако это может произойти в случае плутония или иных актинидов.

Мониторинг на этапе после выброса

5.102. После прекращения выбросов и стабилизации уровней выпадений дополнительную информацию можно оперативно получить посредством применения полевой гамма-спектрометрии (см. пункт 5.94 (с)). Данная методика помогает определить плотность выпадений всех гамма-излучающих радионуклидов; затем такую информацию можно использовать для прогнозирования суммарных доз внешнего облучения пострадавшего населения. При необходимости более подробную информацию можно использовать для выведения пересмотренных ДУВ для ситуации, которая стала более известной. Успешное осуществление полевой гамма-спектрометрии требует проведения предварительной подготовки и широкомасштабной калибровки применяемых приборов [11]. Получаемая информация важна для определения любых дальнейших действий, которые могут потребоваться в той или иной ситуации.

5.103. В максимально короткий срок результаты полевой гамма-спектрометрии необходимо дополнить посредством отбора представительных проб почвы из точно указанных и измеренных мест. Эти результаты можно использовать для подтверждения результатов полевой

гамма-спектрометрии, но, что более важно, необходимо провести анализы для определения любых предполагаемых выпадений радионуклидов (например, чистых бета- или альфа-излучателей), которые невозможно измерить при помощи полевой гамма-спектрометрии.

5.104. После определения непосредственной ситуации и выполнения необходимых вмешательств необходимо разработать программы пробоотбора для выяснения необходимости осуществления долгосрочного вмешательства, например, временного отселения и введения ограничений на потребление пищевых продуктов. Овощи и другие, выращиваемые в данной местности продукты растениеводства, питьевую воду и молоко из местных ферм и молокозаводов необходимо проверять путем сравнения с ДУВ. Объем и характер таких программ пробоотбора будет зависеть от величины и масштабов выброса, а также от демографии территории с учетом местной сельскохозяйственной деятельности и распределения населения.

5.105. Населению необходимо незамедлительно предоставить результаты мониторинга окружающей среды или иных работ, которые непосредственно касаются населения, их домов, их участков или рабочих мест, а также интерпретацию результатов, касающихся рисков для здоровья, и инструкций в отношении защитных действий (если они разработаны) на основе данных мониторинга и другой актуальной информации.

Индивидуальный дозиметрический контроль

5.106. Индивидуальный дозиметрический контроль проводится одновременно с мониторингом источника и окружающей среды для того, чтобы определить необходимость дезактивации или медицинского наблюдения людей, оказавшихся в аварийных зонах.

5.107. Индивидуальный дозиметрический контроль включает измерения доз внешнего облучения при помощи дозиметров, имеющихся у отдельных лиц из населения и/или измерения активности радионуклидов во всем теле или в отдельных органах или в выделениях. Комплексное использование данных индивидуальных измерений, а также моделирование необходимо для целей проведения оценки дозы. Поскольку индивидуальные измерения дороги и трудны в выполнении, такие измерения, как правило, ограничиваются выбранной частью подвергшегося облучению населения с уделением особого внимания критическим группам.

5.108. В случае аварий с аэрозольными выбросами может быть целесообразным проведение оперативной оценки внешнего загрязнения людей радионуклидами в качестве первого скрининга в целях определения кандидатов для более тщательного контроля (например, посредством дозиметрии внутреннего облучения или медицинского обследования).

5.109. В контексте мониторинга населения индивидуальные измерения проводятся весьма редко, и они могут быть целесообразными в основном в случае тяжелых аварий, при которых отдельные лица получают облучение на уровнях, близких к уровням вмешательства, или превышающих их. В данных обстоятельствах можно осуществлять специальные программы индивидуального дозиметрического контроля в научных целях, таких как валидация моделей, обеспечение дозиметрических данных для будущих эпидемиологических исследований или предоставление информации для успокоения населения.

Внешнее облучение

5.110. Индивидуальные дозиметры применяются для измерений индивидуальных доз внешнего гамма-облучения для работников аварийных служб и лиц из населения после тяжелых ядерных или радиологических аварий. Эти дозиметры следует распределять среди лиц из наиболее облученных групп населения, и их необходимо носить на протяжении всего предписанного периода времени.

5.111. Во время аварий особое внимание необходимо уделять защите работников аварийных служб. Каждый участник противоаварийных мероприятий должен иметь соответствующий саморегистрирующий дозиметр и в условиях повышенного облучения регулярно его проверять.

5.112. При радиационных авариях с выбросами радионуклидов в окружающую среду группы населения, наиболее подверженные воздействию излучения в процессе своей трудовой деятельности – это люди, в основном работающие на открытом воздухе (например, сельскохозяйственные рабочие и лесники). Такие люди обычно должны в первую очередь охватываться индивидуальным дозиметрическим контролем; чувствительность дозиметров и установленные периоды времени ношения дозиметров должны соответствовать прогнозируемой дозе и конкретным задачам индивидуального дозиметрического контроля. Индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения лиц из населения технически осуществим, если мощность дозы в результате

радиоактивного загрязнения или отсутствия укрытия существенно превышает уровень естественного радиационного фона.

5.113. Результаты выборочных измерений индивидуальных доз внешнего облучения используются как для валидации применяемых дозиметрических моделей, так и для уточнения уровней облучения критической группы. Индивидуальные дозы внешнего облучения, полученные до начала индивидуального дозиметрического контроля оцениваются с учетом динамики изменения мощности дозы в течение начального этапа аварии.

Внутреннее облучение

5.114. Переносные и стационарные счетчики радиоактивности всего тела используются для измерения содержания радионуклидов, попавших в организм человека в результате радиоактивных выбросов во время аварии при вдыхании и при глотании радионуклидов. Содержание радионуклидов, концентрирующихся в конкретных органах и тканях (например, ^{131}I в щитовидной железе и радионуклиды с низкой растворимостью в легких), измеряется при помощи коллимированных гамма-детекторов. Спектрометрическое оборудование применяется для измерений отдельных лиц в аварийных условиях, особенно на начальных этапах ядерной аварии. В целях широкомасштабного мониторинга можно применять упрощенные методы прямого измерения содержания ^{131}I в щитовидной железе или ^{134}Cs и ^{137}Cs во всем теле при помощи неспектрометрической аппаратуры [29].

5.115. Наряду с прямым измерением содержания радионуклидов в теле человека для контроля внутреннего облучения людей можно применять радиометрический анализ проб выделений, в основном мочи и кала. Этот косвенный метод применяется в случае аварийного загрязнения окружающей среды бета- и альфа-излучающими радионуклидами, но при отсутствии значительного уровня гамма-излучения.

5.116. Необходимо проводить контроль различных возрастных групп, включая детей и подростков, поскольку по некоторым радионуклидам метаболические параметры сильно зависят от возраста человека. При радиационных авариях с выбросом радионуклидов в окружающую среду социальными группами, подверженными наибольшему воздействию, являются люди, работающие на открытом воздухе (по ингаляционному поступлению) и/или люди, потребляющие местные пищевые продукты (по пероральному поступлению).

5.117. Результаты выборочных измерений отдельных лиц на содержание радионуклидов во всем теле используются как для валидации дозиметрических моделей, так и для уточнения уровней облучения критической группы. Индивидуальные дозы внутреннего облучения оценивают на основе данных измерений и моделирования с учетом динамики поступления и метаболических свойств в отношении данного радионуклида [30, 31].

МОНИТОРИНГ В СИТУАЦИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО (ДЛИТЕЛЬНОГО) ОБЛУЧЕНИЯ

5.118. Площадки с долгоживущими радиоактивными остатками включают территории за пределами площадки с повышенными уровнями природных радионуклидов от цепочек распада урана и тория, оставшихся в результате прошлой промышленной деятельности, а также территории за пределами площадки, загрязненные антропогенными радионуклидами (^{137}Cs , ^{90}Sr , изотопы плутония и другие), возникшими в результате радиационных аварий и/или предшествующих радиоактивных выбросов. Такие площадки подлежат мониторингу окружающей среды и иногда индивидуальному дозиметрическому контролю. Конечная цель радиационного контроля площадок, загрязненных долгоживущими природными или антропогенными радионуклидами состоит в поддержке принятия решений по поводу восстановительных мер (вмешательства).

5.119. Конкретные задачи мониторинга площадок, загрязненных долгоживущими радионуклидами, состоят в следующем:

- a) проверка радиационного состояния на соответствие радиологическим критериям, а также выявление зон, требующих проведения всестороннего радиационного контроля;
- b) определение зон, в которых обосновано осуществление восстановительных мер радиологического характера;
- c) предоставление информации для расчета фактических или прогнозируемых доз облучения лиц из критической группы и более крупных групп населения;
- d) обнаружение изменений и оценка долгосрочной динамики изменения уровней излучения в окружающей среде в результате естественных процессов и деятельности человека, в том числе восстановительных мер;
- e) предоставление информации для успокоения населения.

5.120. Потребность в программе мониторинга окружающей среды и ее объем прежде всего определяется размером предполагаемых доз облучения лиц из критической группы (см. пункты 2.15-2.24). Необходим контроль природных сред, определяющих пути облучения человека, а также тех сред, которые являются чувствительными к первоначальным изменениям режима излучения. Такой контроль зависит от имеющихся радионуклидов, физического и химического состава радиоактивного загрязнения на площадке, среды, содержащей радионуклиды (например, почва или водный объект), а также видов практической деятельности, относящихся к землепользованию и водопользованию. Программа мониторинга должна включать измерение уровней внешнего излучения, а также измерение концентрации радионуклидов в соответствующих природных средах и пищевых продуктах. Места проведения измерений и отбора проб выбираются конкретно для каждой площадки так, чтобы можно было оценить самые высокие дозовые нагрузки на группу, подвергающуюся воздействию.

5.121. Согласно вышеуказанным задачам первоначальный мониторинг проводится в зонах, которые предположительно загрязнены долгоживущими радионуклидами. Целью этого первоначального мониторинга (скрининговой оценки) является определение обоснованности вмешательства и необходимости проведения дальнейшего мониторинга. Если результаты показывают, что с учетом уровней вмешательства и уровней действий, установленных национальными компетентными органами, могут потребоваться восстановительные меры, следует провести надлежащий всесторонний мониторинг для помощи в определении соответствующих мер. Мониторинг проводится также во время и после осуществления восстановительных мер для оценки их эффективности.

5.122. При отсутствии вероятности быстрых изменений излучения, обусловленного долгоживущими радионуклидами, периодический мониторинг проводится нечасто (например, ежегодно или один раз в несколько лет).

Внешнее облучение

5.123. Контроль облучения человека в результате воздействия внешних источников гамма-излучения осуществляется путем измерения мощности дозы в воздухе в местах, доступных для населения. Для оценки доли вклада радиоактивного загрязнения на площадке в эффективную дозу необходимо рассчитать мощность дозы радиационного фона и вычесть ее

из измеренного значения. Для равномерно загрязненных радионуклидами территорий измеренные значения мощности дозы необходимо усреднить по контролируемой территории. Результаты измерения мощности дозы используются для оценки дозы, проводимой с помощью соответствующих дозиметрических моделей. В зависимости от конкретных целей мониторинга в этих моделях могут учитываться профессии различных групп населения в типичных городских районах и их окрестностях.

5.124. В случае крупномасштабного радиоактивного загрязнения окружающей среды для целей скрининга мощность дозы обычно измеряется над почвой с ненарушенной структурой, а модели, применяемые для оценки дозы для критической группы, должны быть простыми и консервативными без учета какого-либо снижения мощности дозы в городских районах или при работе в помещении.

5.125. При проведении всестороннего мониторинга внешних радиационных полей в жилых районах мощность дозы измеряется в обычных местах, доступных для населения: в жилых домах, административных зданиях, в производственных помещениях, садах и зонах отдыха (пляж, парк и т.п). В моделях, применяемых для оценки дозы внешнего облучения в критической группе и для более крупных групп населения, следует учитывать неравномерности распределения радионуклидов в контролируемой зоне, сезонное снижение мощности дозы благодаря снежному покрову, снижение мощности дозы в городских районах и обычные промежутки времени, проводимые критической группой в помещениях и на открытом воздухе.

5.126. В сильно загрязненных радионуклидами районах внешнее облучение критических групп измеряется индивидуальными гамма-дозиметрами, которые члены группы носят с собой в течение нескольких дней или недель. Результаты индивидуальных измерений в основном используются для валидации моделей, применяемых для оценки доз внешнего облучения.

Внутреннее облучение

5.127. Данные по концентрации радионуклидов в пробах окружающей среды, питьевой воде и пищевых продуктах используются для оценки доз внутреннего облучения критической группы и более крупных групп населения в результате вдыхания и/или глотания радионуклидов. Основные пути внутреннего облучения человека выявляются на первоначальном этапе мониторинга конкретной территории. На этапе проведения скрининга после воздушных и водяных выбросов необходимо исследовать различные пути

облучения вследствие сложности миграции радионуклидов в окружающей среде.

5.128. В зонах с открытым грунтом долгоживущие радионуклиды постепенно проникают в почву, что предотвращает их повторное взвешивание в воздухе. Поэтому в долгосрочной перспективе отбор проб и анализ аэрозольных радионуклидов необходимо проводить регулярно главным образом в жилых районах, загрязненных плутонием и другими актинидами.

5.129. Необходимо регулярно проводить контроль накопления радионуклидов в почве и в осадениях в целях прогнозирования концентрации радионуклидов в биоте, особенно в пищевых продуктах. В случае радиоактивного загрязнения больших территорий радиоизотопами подвижных элементов (например, цезием, стронцием, радием или ураном), необходимо регулярно брать пробы питьевой воды и всех основных групп пищевых продуктов и проводить анализы на концентрацию в них радионуклидов: это сельскохозяйственные овощные продукты и продукты животноводства, а также натуральные пищевые продукты (такие как речная рыба, дичь, грибы и ягоды). Особое внимание следует уделять мониторингу радиоактивного загрязнения тех пищевых продуктов, которые потребляются в больших количествах некоторыми группами населения, и продуктов, имеющих повышенную концентрацию радионуклидов. В сельских районах, как правило, берутся пробы пищевых продуктов местного происхождения, а в населенных пунктах и городах пробы пищевых продуктов берутся на рынках, в магазинах и предприятиях общественного питания.

5.130. В некоторых зонах с бедными песчаными или органическими почвами (например, лесистые местности, арктические и тропические области), перенос радионуклидов из почвы к растениям и животным значительно повышен. Это ведет к повышенным уровням внешнего облучения местного населения, что необходимо учитывать в программах мониторинга.

5.131. Дозы внутреннего облучения для критической группы и для более крупных групп населения оцениваются с помощью моделей ингаляции аэрозольных радионуклидов и приема загрязненной питьевой воды и пищи с учетом стандартного или характерного для данной местности рациона питания. На этапе скрининга, проводимого в рамках программ мониторинга для целей оценки дозы, применяются упрощенные модели для критических групп, в которых не учитывается любой ввоз незагрязненной пищи или

убыль радионуклидов при кулинарной обработке. Влияние этих процессов на дозы внутреннего облучения можно учитывать в рамках всестороннего мониторинга и при оценке доз для критической группы и более крупных групп населения.

5.132. В районах, сильно загрязненных радионуклидами или в районах с повышенной скоростью переноса радионуклидов из почвы в биоту, для определения содержания радиоактивных веществ в теле человека и для оценки доз, обусловленных внутренним облучением критических групп, можно применять метод измерения радиоактивности всего тела. Сезонные колебания содержания некоторых радионуклидов в теле человека следует учитывать при оценке годовых доз на основе конкретных измерений радиоактивности всего тела. Результаты индивидуального дозиметрического контроля главным образом используются для валидации моделей, применяемых при оценке дозы внутреннего облучения.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА

5.133. Помимо измерений уровней излучения и загрязнения программы мониторинга включают другие виды измерений и работ по сбору данных, например, общий мониторинг окружающей среды, а также мониторинг характеристик населения.

5.134. Климатологические условия (в том числе скорость ветра, направление ветра, стабильность слоя перемешивания атмосферы, статистика осадков, температура и влажность) подлежат контролю как на этапе предэксплуатационных исследований, так и во время эксплуатации установки.

5.135. Гидрологические характеристики рек (например, изменения в водных потоках и характеристики смешивания стоков) в которые сбрасываются жидкие отходы, также подлежат контролю как на этапе предэксплуатационных исследований, так и во время эксплуатации установки. При сбросе жидких отходов в озера или моря гидродинамические характеристики (включая течения воды, приливно-отливные характеристики и течения, а также характеристики общей циркуляции, развитие термоклина и условия перемешивания) водных сред подлежат контролю на этапе предэксплуатационных исследований и периодической проверке во время эксплуатации. Предэксплуатационные исследования включают мониторинг локальной гидрогеологии и почв, а также топографических особенностей,

которые могут повлиять на рассеяние аэрозольных сбросов. Исследование с помощью радиоизотопных индикаторов может оказаться полезным в ситуациях затрудненного рассеяния.

5.136. Распределение и характеристики населения (в частности распределение по возрасту) вблизи установки, а также профессии и привычки, включая нормы потребления пищи и происхождение потребляемых продуктов, а также виды деятельности и время, выделяемое на них, подлежат контролю на этапе предэксплуатационных исследований и периодической проверке во время эксплуатации. Периодические местные исследования проводятся для изучения привычек населения вблизи крупных источников. Характеристики сельского хозяйства и аквакультуры (включая выращиваемые виды культур и агротехнические приемы и методы) подлежат контролю на этапе предэксплуатационных исследований и периодической проверке во время эксплуатации. Использование речной воды контролируется вблизи источника и ниже по течению на расстоянии, на котором могут быть сильные загрязнения.

5.137. При авариях знание погодных и гидрологических условий позволяет прогнозировать или объяснять рассеяние выброшенных радионуклидов. Скорость ветра, направление ветра, стабильность слоя перемешивания атмосферы, величина и интенсивность осадков контролируются в случае аэрозольных выбросов. Гидрологические характеристики рек и озер подлежат мониторингу в случае выброса радионуклидов либо в атмосферу, либо в поверхностные водные объекты. Распределение и характеристики населения (в частности распределение по возрасту) вблизи установки должны быть известны и зафиксированы со времени предыдущего мониторинга.

5.138. Вспомогательные программы мониторинга в отношении территорий, загрязненных долгоживущими радионуклидами, в основном концентрируются на наземной среде и на описании и привычках населения. Контролируется местный водооборот: осадки и испарения, местные поверхностные воды и грунтовые воды и места их соединения, а также впадающие и вытекающие притоки основных рек. Следует исследовать характеристики почв. Проводится контроль описания и распределения населения, а также его привычек, в том числе нормы потребления населением местных пищевых продуктов. В частности, следует контролировать методы в области сельского хозяйства и огородничества. Строго контролировать использование воды в данном месте и вниз по течению. Особое внимание

следует уделять характеристикам этнических и культурных меньшинств и коренных народов.

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПРОЦЕДУР МОНИТОРИНГА

СТРАТЕГИЯ ПРОБООТБОРА

6.1. Стратегию пробоотбора необходимо привести в соответствие с ситуацией, в которой предстоит проводить мониторинг, и она должна соответствовать задачам и целям конкретного контроля. Размещение точек отбора, частота и методы зависят от задач, вида выброса, состава радионуклидов и воздействий, которые ожидаются в результате выбросов.

Отбор проб во время нормальных сбросов

Отбор проб источника

6.2. Большинство данных по сбросам радионуклидов из ядерных установок обычно получают путем онлайн-измерений мощности дозы, концентрации активности или суммарной активности в точке выброса. Отбор проб и последующие измерения сбросов воздуха и воды, будь то постоянные или периодические сбросы, в основном предназначены для определения состава радионуклидов в сбросе. Если уровень активности в сбросах весьма низкий, онлайн-измерения могут быть недостаточно чувствительными, и может потребоваться проведение пробоотбора с последующим лабораторным анализом.

6.3. Частота отбора проб определяется с учетом результатов предыдущего мониторинга соответствующей установки или аналогичной установки, с тем чтобы не пропустить значительные изменения в радионуклидном составе сбросов.

Отбор проб окружающей среды

6.4. В случае нормальных выбросов с лицензированных установок отбор проб окружающей среды и измерения выполняются главным образом для подтверждения соответствия измеренных значений установленным

пределам или прогнозируемым значениям концентрации радионуклидов в пробах окружающей среды. Поэтому места отбора проб выбираются на близком расстоянии от точек, в которых ожидается максимальное облучение или выпадения, предпочтительно в направлении преобладающих ветров при аэрозольных выбросах или ниже по течению от точки выброса при жидких сбросах и на границе площадки при прямом излучении от источника. Поскольку рассеяние в атмосфере и в водной среде может весьма значительно изменяться из года в год, большая часть контрольных измерений необходимо проводить в одних и тех же местах, чтобы каждый год сравнивать результаты.

6.5. Кроме того, отбор проб окружающей среды и/или соответствующие измерения следует регулярно проводить в соседних населенных пунктах, а также в фоновых областях (с наветренной стороны или выше по течению от источника) для сравнения результатов с результатами основной программы мониторинга.

6.6. Отбор проб постоянно производимой сельскохозяйственной продовольственной продукции, такой как листовые овощи или молоко, производится несколько раз в год или чаще в случае выбросов короткоживущих радионуклидов, например, радиоактивного йода. Почва и культуры, дающие один урожай в год, контролируются ежегодно.

6.7. Контролируемые составляющие и частота пробоотбора и измерений приведены в таблице 3. Это следует использовать в качестве основы; конкретные программы составляют с учетом присутствующих радионуклидов, особенностей конкретной площадки и уровней выбросов. Выбор пищевых продуктов будет зависеть от местных агротехнических методов и привычек питания населения.

Пробоотбор в аварийных ситуациях

6.8. Во время аварий пробоотбор планировать трудно, поскольку точно предвидеть развитие ситуации невозможно, и поэтому требуется высокая степень гибкости, особенно при проведении мониторинга окружающей среды. В аварийных ситуациях возможности сравнивать результаты измерений параметров окружающей среды с результатами, полученными при мониторинге источника, ограничены, поскольку количество выбрасываемого радиоактивного материала – особенно на этапе выброса – как правило, можно определить с большой долей неопределенности. Поэтому мониторинг окружающей среды должен

ТАБЛИЦА 3. СОСТАВЛЯЮЩИЕ, КОНТРОЛИРУЕМЫЕ В ХОДЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, И ЧАСТОТА ПРОБООТБОРА И ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ НОРМАЛЬНЫХ СБРОСОВ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Выброс	Контролируемые составляющие		Частота
Аэрозольный (воздушный)	<i>Внешняя радиация</i>		
	Мощность дозы гамма-излучения		Постоянно
	Доза гамма-излучения – интегральная		Два раза в год
	Мощность дозы нейтронного излучения (если прогнозируется нейтронное излучение)		Постоянно
	Интегральная доза нейтронного излучения (если прогнозируется нейтронное излучение)		Два раза в год
	<i>Воздух, выпадения</i>		
	Воздух		Постоянный отбор, измерения от еженедельных до ежемесячных
	Дождь		Постоянный отбор, ежемесячные измерения
	Выпадения		Постоянный отбор, ежемесячные измерения
	Почва		Раз в год
	<i>Пищевые продукты и/или проглатывание (пероральное поступление)</i>		
	Листовые овощи		Каждый месяц во время выращивания
	Другие овощи и фрукты		Выборочные пробы, во время сбора урожая
	Зерновые		Выборочные пробы, во время сбора урожая
	Молоко		Каждый месяц во время выпаса коров на пастбище
	Мясо		Выборочные пробы, два раза в год

ТАБЛИЦА 3. СОСТАВЛЯЮЩИЕ, КОНТРОЛИРУЕМЫЕ В ХОДЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, И ЧАСТОТА ПРОБООТБОРА И ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ НОРМАЛЬНЫХ СБРОСОВ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (продолжение)

Выброс	Контролируемые составляющие	Частота
Аэрозольный (воздушный)	Питьевая вода и/или грунтовые (подземные) воды	Два раза в год
	<i>Наземные индикаторы</i>	
	Трава	Каждый месяц во время выпаса скота на пастбище
	Лишайники, мхи, грибы	Выборочные пробы, раз в год
Жидкий	<i>Рассеяние в воде</i>	
	Поверхностная вода	Постоянный отбор, ежемесячные измерения
	Отложения	Раз в год
	<i>Пищевые продукты водной среды</i>	
Выброс	Рыба	Выборочные пробы, один раз в год
	Моллюски	Выборочные пробы, один раз в год
	<i>Водные индикаторы</i>	
	Морские водоросли, морские губки	Выборочные пробы, два раза в год
	Придонные животные	Выборочные пробы, два раза в год

предоставить данные для определения вспомогательных действий, которые могут оказаться необходимыми для смягчения радиологических последствий.

Отбор проб источника

6.9. Большинство данных о повышенных количествах радионуклидов, сбрасываемых ядерными установками во время аварий, получают путем онлайн-ового измерения мощности дозы и/или суммарной бета-активности

в точке выброса. Для оценки радиологических последствий аварии состав радионуклидов соответствующего выброса необходимо определять как можно чаще. При аэрозольных радиоактивных выбросах по время аварии особенно информативной в отношении йода и других аэрозолей может быть постоянно действующая система фильтрации, оснащенная спектрометром высокого разрешения. Для обеспечения безопасности персонала необходимо установить систему мониторинга.

Отбор проб окружающей среды

6.10. В случае аварии на ядерной или иной установке отбор проб окружающей среды и последующие измерения проводятся для предоставления данных об уровнях, временной зависимости и пространственном распределении радионуклидов в воздухе, почве, растениях, пищевых продуктах и кормах, с тем чтобы провести оценку доз облучения критических групп населения и тем самым содействовать принятию решений о смягчении последствий и защитных действиях. Поэтому пробы должны быть представительными в отношении условий облучения критической группы (см. пункты 6.18-6.22).

6.11. Места отбора проб следует выбирать таким образом, чтобы дать общее представление обо всем пространстве вокруг установки, на которой произошел аварийный выброс радиоактивного материала, но также и в удалении от нее. На начальном этапе отбор проб и измерения производятся во всех направлениях, но предпочтительно в направлении преобладающих ветров в случае аэрозольных выбросов или ниже по течению от точки выброса в случае жидких сбросов. Однако фактические места определяются на основе пространственного распределения мощности дозы гамма-излучения в воздухе. Мониторинг следует сосредоточить на территориях с потенциально самым высоким загрязнением с учетом характера землепользования.

6.12. Сразу же после окончания выброса и связанных с ним выпадений осадков следует в короткие сроки провести измерения проб пищевых продуктов и кормов. Измерения растений после окончания выпадений могут дать ценную информацию для расчета активности этих продуктов во время сбора урожая.

6.13. Природные среды, которые следует рассмотреть на предмет проведения аварийного мониторинга, а также рекомендуемая частота и размещение точек отбора проб и измерений приведены в таблице 4. Это следует использовать в качестве основы; конкретные программы составляют

ТАБЛИЦА 4. МОНИТОРИНГ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ ПОСЛЕ АВАРИЙ

Выброс	Контролируемые составляющие	Частота	Замечания
Аэрозольный (воздушный)	Измерения во время прохождения облака		
	<i>Внешнее излучение</i>		
	Мощность дозы гамма-излучения	Постоянно	Ближняя и дальняя зона, картограмма мощности дозы внешнего облучения
	Мощность дозы нейтронного излучения (если прогнозируется нейтронное излучение)	Постоянно	Только ближняя зона, если ожидаются нейтроны
	<i>Воздух</i>		
	Воздух	Постоянный сбор, измерение каждые 2 часа	Ближняя и дальняя зона
	Дождь	Постоянный сбор, измерение каждые 2 часа	Ближняя и дальняя зона
	Измерения после прохождения облака		В загрязненных зонах
	<i>Внешнее излучение</i>		
	Мощность дозы гамма-излучения	Постоянно	Картограмма мощности дозы внешнего облучения
	<i>Выпадения</i>		
	Почва	Один раз	Картограмма загрязнения по соответствующим радионуклидам
	<i>Пищевые продукты/проглатывание</i>		
	Листовые овощи	Ежедневно	Хороший показатель по растительной пище

ТАБЛИЦА 4. МОНИТОРИНГ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ ПОСЛЕ АВАРИЙ (продолжение)

Выброс	Контролируемые составляющие	Частота	Замечания
Аэрозольный (воздушный)	Молоко	Ежедневно	Хороший показатель по животной пище
	Другие овощи и фрукты	Во время сбора урожая	
	Зерновые	Во время сбора урожая	
	Мясо	Представительные пробы	
	Питьевая вода и/или грунтовые (подземные) воды	Представительные пробы	
	<i>Наземные индикаторы</i>		
	Трава	Ежедневно	
	Лишайники, мхи, грибы	Во время сбора	
Жидкий	Контролируемые составляющие	Частота	Замечания
	После выбросов		Затронутые территории и водные объекты ограничены
	<i>Рассеяние в воде</i>		
	Поверхностная вода	Постоянный отбор проб, ежедневное измерение	
	Отложения	Еженедельно	
	<i>Пищевые продукты водной среды</i>		
	Рыба	Выборочные пробы	
	Моллюски	Выборочные пробы	
	<i>Водные индикаторы</i>		
	Морские водоросли	Выборочные пробы	

с учетом данных о присутствующих радионуклидах, особенностей конкретной площадки и уровней выбросов. Например, большая продолжительность выбросов может обусловить необходимость более раннего начала измерений почвы, пищевых продуктов и радиологических индикаторов, указанных в таблице 4.

6.14. Интенсивность и продолжительность мониторинга определяется на основе тяжести аварии. Он может продолжаться от нескольких дней до нескольких лет; за это время работы в рамках программы мониторинга будут приведены в соответствие с фактической радиологической ситуацией. Кроме того, в отношении интенсивности программы мониторинга очень важно то, в какое время года произошла авария. Если она не совпала с вегетационным периодом, то от загрязнения листы пострадают лишь немногие виды растений, что существенно сократит необходимость в мониторинге пищевых продуктов.

Отбор проб окружающей среды в условиях хронического (длительного) облучения

6.15. До тех пор пока уровни радиоактивности в окружающей среде, обусловленные авариями или практической деятельностью, такой как добыча и обогащение урановых руд, остаются близкими к уровням действия, может сохраняться необходимость в длительном наблюдении за окружающей средой для обеспечения непревышения уровней действия и своевременного выполнения необходимых восстановительных мер. В течение этих периодов основными путями облучения являются пути внешнего облучения из-за присутствия долгоживущих радионуклидов на поверхности земли, приема пищи, загрязненной в результате поглощения радионуклидов корнями, а также в случаях загрязнения альфа-излучателями, вдыхания радона, актинидов или загрязненных частиц почвы, повторно взвешенных в воздухе под действием ветра.

6.16. Для целей оценки доз облучения критических групп населения и для содействия принятию решений в отношении восстановительных мер, пробы должны быть представительными в том, что касается условий облучения критической группы (см. пункты 6.18–6.22).

6.17. Длительность периодов полураспада соответствующих радионуклидов и процессов переноса обуславливает относительно небольшие ежегодные уменьшения мощностей дозы и уровней загрязнения пищевых продуктов. Только сезонные факторы, например, ветровой перенос в сухие периоды,

могут вызвать большие колебания уровней загрязнения. При таких относительно постоянных условиях интенсивность мониторинга можно сократить по сравнению с его объемом во время аварии. В целом, контроль должен быть более частым в зонах, где режимы излучения близки к уровням вмешательства или к уровням действий.

Методика пробоотбора

6.18. Мониторинг окружающей среды направлен на получение представительных значений. В данном контексте термин «представительность» означает, что проба должна отражать условия в том участке окружающей среды, из которого она была взята. В целом, уровни активности в наземных пробах подвержены пространственной и временной изменчивости, обусловленной различными факторами, такими как неравномерное пространственное распределение радиоактивного материала в почве, перераспределение радионуклидов под действием ветровой или водной эрозии, различия в состоянии почвы и в агротехнических приемах, а также наложения различных путей облучения, например, поглощение листьями и корнями.

6.19. Измеренные уровни активности в пробах окружающей среды являются результатом сложных взаимодействий этих факторов, которые невозможно с точностью предвидеть. Изменчивость в пробах почвы, растений, животных, и отложений обуславливает неопределенности при расчете уровней активности в пробах окружающей среды.

6.20. Изменчивость, присущая пробам окружающей среды, обуславливает необходимость тщательной разработки стратегии пробоотбора. Вследствие того, что в условиях мониторинга трудно в полной мере понять причины изменчивости, необходимо применять заранее разработанную стратегию пробоотбора, тесно связанную с надлежащей статистической оценкой измеренных уровней активности. Это имеет значение, поскольку сравнение уровней активности в пробах окружающей среды с уровнями вмешательства или уровнями действий может служить основой для принятия решений, влекущих за собой долгосрочные последствия для здоровья, общества и экономики.

6.21. Для обеспечения представительности проб Международная комиссия по радиологическим единицам и измерениям (МКРЕИ) предложила конкретные процедуры отбора проб [32]. Хотя это может и не снять всю неопределенность, связанную с уровнями активности в пробах окружающей

среды, это может уменьшить неопределенность и позволит выразить ее в количественной форме при помощи статистических методов. В таблице 5 приведены основные методики пробоотбора [32] и их особенности.

6.22. Частота отбора проб зависит от оцениваемой величины, требуемой точности, временной зависимости и вариабельности измеряемой величины. В целом, в районах, где режимы излучения близки к уровням вмешательства или уровням действий, пробы необходимо отбирать чаще. Пробоотбор должен быть также более частым при повышенной пространственной и временной изменчивости, включая мониторинг радионуклидов с короткими периодами полураспада и мониторинг растительных пищевых продуктов с коротким периодом между сбором урожая и потреблением.

ТАБЛИЦА 5. МЕТОДИКИ ПРОБООТБОРА ПРИ МОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методика пробоотбора	Описание	Примечание
Субъективный пробоотбор	Проба отбирается по усмотрению лица, осуществляющего пробоотбор	Повышенная вероятность необъективности пробоотбора, представительность нельзя выразить в количественной форме; точность нельзя выразить в количественной форме
Простой выборочный пробоотбор	Любая проба имеет одинаковую вероятность включения	Обеспечивает представительность, проблемы могут возникнуть при неоднородном распределении на местности
Стратифицированный пробоотбор	Проба полностью делится на части, о которых известно, что они являются более однородными; затем в отношении оставшихся частей применяется простой выборочный пробоотбор	Требует знаний о неоднородности пробы в целом; может привести к отклонениям, если части проб неправильно определены
Систематизированный пробоотбор	Начиная с произвольно выбранной точки пробоотбор производится согласно строго определенной структуре выборов	По сравнению с выборочным пробоотбором легче реализуется на практике; можно упустить пространственные схемы загрязнения

СТРАТЕГИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.23. В рамках программ мониторинга радиационные измерения выполняются в месте источника, в окружающей среде и в лабораториях при нормальных и аварийных выбросах или в ситуациях хронического (длительного) облучения. В данном контексте технические требования к радиационным измерениям состоят в следующем: выбор среды, места и частота измерений; выбор оборудования для обнаружения конкретных видов излучения и энергии; и требования к минимальному и максимальному пределу обнаружения излучения или радиоактивности.

6.24. Оборудование, которое будет использоваться для измерений, выбирается с учетом цели его использования. Необходимо учитывать диапазон радионуклидов, которые могут быть выброшены с установки при нормальной эксплуатации и в аварийных условиях. Тогда как атомные электростанции могут сбрасывать широкий диапазон радионуклидов с периодами полураспада от секунд до тысяч лет, предприятия по производству топлива выбрасывают весьма узкий диапазон радионуклидов без присутствия короткоживущих радионуклидов. Технические требования в отношении стратегии измерений будут зависеть от цели мониторинга.

6.25. В таблице 6 представлены процедуры отбора и измерения проб для определения различных величин, которые могут представлять важность для различных видов мониторинга. В большинстве случаев измеряются уровни удельной активности радионуклидов в природных средах. Если ограничения на сбросы для объектов практической деятельности определяются на основе суммарной альфа-активности и/или суммарной бета-активности, а не на основе конкретных радионуклидов, регулярные измерения конкретных радионуклидов могут быть необязательными.

6.26. Частота пробоотбора зависит от объекта измерения и от изменений во времени концентрации активности в данной среде. Во время практической деятельности и хронического (длительного) облучения временные колебания в основном относительно небольшие, и, следовательно, частота также может быть низкой. Промежутки времени между измерениями должны отражать периоды полураспада контролируемых радионуклидов. Если период отбора проб на фильтре более продолжительный по сравнению с периодом полураспада данного радионуклида, этот радионуклид может быть не обнаружен, и цель мониторинга останется невыполненной.

ТАБЛИЦА 6. РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ ВЕЛИЧИН И ИЗМЕРЕНИЯМ

Измеряемая величина	Пробоотбор/измерение	Применение
<i>Мониторинг источника</i>		
Мощность дозы гамма-излучения в месте источника	Стационарные приборы оперативного контроля, непрерывное измерение	Практическая деятельность, аварийная ситуация
Газы в воздушных выбросах	Стационарные приборы оперативного контроля, непрерывное измерение	Практическая деятельность, аварийная ситуация
Аэрозоли в воздушных выбросах ^a	приборы оперативного контроля и/или пробоотбор; анализ на конкретные нуклиды, суммарная альфа- и суммарная бета-активность	Практическая деятельность, аварийная ситуация
Активность в сброшенной воде ^a	приборы оперативного контроля и/или пробоотбор; анализ на конкретные нуклиды, суммарная альфа- и суммарная бета-активность	Практическая деятельность, аварийная ситуация
<i>Мониторинг окружающей среды</i>		
Мощность дозы гамма-излучения над землей	Полевые измерения, переносные или стационарные приборы	Практическая деятельность, аварийная ситуация, хроническое (длительное) облучение
Активность аэрозолей в воздухе	Отбор проб на фильтрах, анализ на конкретные нуклиды	Практическая деятельность, аварийная ситуация, хроническое (длительное) облучение
Радиоактивный йод в воздухе	Отбор проб на предмет конкретных физических и химических форм, анализ на конкретные нуклиды	Практическая деятельность, аварийная ситуация
Активность в дожде	Отбор проб в дождевом коллекторе, анализ на конкретные нуклиды	Практическая деятельность, аварийная ситуация
Активность отложений	Гамма-спектрометрия по месту, планшетный пробоотбор и анализ на конкретные нуклиды	Практическая деятельность, аварийная ситуация

ТАБЛИЦА 6. РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ ВЕЛИЧИН И ИЗМЕРЕНИЯМ (продолжение)

Измеряемая величина	Пробоотбор/измерение	Применение
Активность в почве	Гамма-спектрометрия по месту; отбор проб по месту и анализ на конкретные нуклиды	Практическая деятельность, аварийная ситуация, хроническое (длительное) облучение
Активность в пище, кормах, воде, отложениях	Отбор проб по месту, анализ на конкретные нуклиды	Практическая деятельность, аварийная ситуация, хроническое (длительное) облучение

^a Если ограничения на сбросы для объектов практической деятельности определяются на основе суммарной альфа-активности и/или суммарной бета-активности, а не на основе конкретных радионуклидов, регулярные измерения конкретных радионуклидов могут быть необязательными.

6.27. Для измерения низких уровней активности в условиях практической деятельности и хронического (длительного) облучения минимальная обнаруживаемая приборами активность и применяемый метод должны обеспечивать измерение уровней активности радионуклидов, значительно меньших – на один или два порядка – чем установленные пределы или уровни действия по радионуклидам в соответствующих средах. Однако, если установленные пределы ниже фоновых уровней, тогда минимальная обнаруживаемая активность, обеспечивающая измерение уровней излучения или концентраций активности ниже фоновых уровней, является достаточной.

6.28. Если данные мониторинга предназначены для оценки годовых доз облучения критической группы и для подтверждения соответствия граничным дозам, если речь идет о практической деятельности, или для проверки на соответствие уровню вмешательства, минимальная обнаруживаемая активность соответствующего оборудования, выбирается таким образом, чтобы обеспечить проведение измерений на уровнях, значительно более низких, чем установленные уровни эталонных доз с учетом всего множества путей облучения человека. Для каждого пути, подлежащего проверке, выделяется некоторая доля эталонной дозы; минимальная обнаруживаемая активность устанавливается так, чтобы гарантировать обнаружение этих возможных долей вклада в состав доз.

6.29. Оборудование, предназначенное для использования во время аварий, должно быть способно измерять высокие уровни излучения или высокие концентрации радионуклидов, присутствие которых вероятно при тяжелых авариях. Поскольку получение параметров источника выброса в такой ситуации имеет огромное значение для принятия решений в отношении контрмер, такой мониторинг должен, как минимум, предоставлять данные о наиболее значимых в радиологическом отношении радионуклидах при таком событии.

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

6.30. Мониторинг проводится так, чтобы предоставить данные, необходимые для анализа и оценки загрязнения окружающей среды. Мониторинг – особенно во время аварий – является источником важной информации для принятия решений и для обоснования контрмер. Однако, также как и любые другие измерения, данные мониторинга имеют соответствующие неопределенности, которые обуславливаются техническими неточностями, непредставительными пробами и/или измерениями и ошибками человека.

6.31. Технические неточности обусловлены в основном следующим:

- пространственной и временной изменчивостью контролируемой величины (например, мощности дозы или концентрации активности);
- изменчивостью процедур пробоотбора, обработки и измерения;
- статистикой счета в случае низкой активности радионуклидов.

6.32. Эти неопределенности невозможно устранить, но их можно по возможности уменьшить при помощи процедур обеспечения качества. Тогда как ошибки при калибровке можно обнаружить и исправить на более позднем этапе, ошибки в обработке проб обнаружить и исправить непросто. Более того, хранение проб позволяет повторить измерения тех проб, которые явно были выполнены неправильно. В целях поддержания квалификации персонала, являющейся важной предпосылкой высокого качества работы, особенно в условиях стресса при авариях, необходимо регулярно проводить обучение и практические занятия.

6.33. Представительность пробоотбора и/или полевых измерений можно оптимизировать при помощи соответствующих описанных выше схем пробоотбора и измерений, а также путем интенсификации работ в рамках мониторинга.

6.34. Ошибки человека трудно поддаются количественному выражению. Стресс и высокие нагрузки, особенно во время аварий, могут являться причиной ошибок персонала, выражающихся, например, в неправильном снятии показаний, потере проб, неправильной маркировке, вторичном загрязнении при подготовке пробы и загрязнении измерительных приборов. Поскольку многие ошибки человека можно предвидеть и воспроизвести, необходимо практиковать надлежащее обучение персонала и применение процедур обеспечения качества для уменьшения числа таких ошибок, даже в аварийных условиях.

6.35. Неопределенности в результатах мониторинга определяются путем учета неопределенностей в процедурах пробоотбора и измерений, включая неопределенности в параметрах обработки проб и калибровки оборудования, и о них необходимо сообщать вместе с результатами мониторинга. Неопределенности в результатах мониторинга следует учитывать в процедурах оценки доз и при интерпретации данных мониторинга.

7. ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ДОЗЫ

ОБЩИЕ КОНЦЕПЦИИ

7.1. Информация из программ мониторинга используется для расчета доз облучения лиц из населения для целей сравнения с дозовыми критериями, установленными регулирующим органом. Такие критерии обычно указываются в качестве пределов годовой дозы облучения (практическая деятельность) или в качестве уровней вмешательства в отношении дозы, полученной критической группой. Такая оценка производится путем расчета доз, полученных лицами из критической группы, или доз, которые они могут получить теоретически. Результаты мониторинга источника, мониторинга окружающей среды или индивидуального дозиметрического контроля или их сочетания, используются в этих расчетах.

7.2. Ни один из вышеперечисленных методов мониторинга напрямую не дает величину доз облучения, полученных лицами из критической группы; для перевода результатов программ мониторинга в прогнозируемые дозы требуются математические модели. Модели, используемые для расчета доз, зависят от условий облучения, имеющихся результатов мониторинга, цели

оценки и величины доз. Модели должны воспроизводить (имитировать) главные пути облучения, в значительной степени обуславливающие облучение рассматриваемых групп населения (см. пункты 4.4-4.11).

7.3. Цели оценки дозы, временная зависимость условий облучения и состав радионуклидов в выбросах и выпадениях различны для практической деятельности (хронические длительные сбросы), для аварий (кратковременные выбросы) и для ситуаций хронического облучения (загрязнение долгоживущими радионуклидами). Следовательно, для оценки доз в данных ситуациях облучения необходимо использовать разные модели облучения человека (см. ниже).

7.4. Если мониторинг окружающей среды дает результаты по уровням излучения и содержанию радионуклидов в воздухе, воде и пищевых продуктах, для целей оценки дозы необходимо использовать метаболические и дозиметрические модели в сочетании с данными о времени, проведенном лицами из критических групп в различных условиях облучения, объем вдыхаемого или воздуха и интенсивность потребления ими продуктов питания и напитков. Если имеются только результаты мониторинга источника или если мониторинг окружающей среды не дает достаточной информации об уровнях излучения и загрязнении воздуха, воды и пищевых продуктов, необходимо также использовать модели переноса радионуклидов через пути облучения в окружающей среде и через пищевые цепочки.

7.5. По возможности оценка дозы должна включать измерения загрязнения окружающей среды в сочетании с моделями переноса в окружающей среде. Соотношение между измерениями и моделями зависит от нескольких критериев, в том числе от:

- а) наличия измерений параметров окружающей среды, непосредственно касающихся лиц из контрольной группы;
- б) представительности проб;
- в) точности измерений;
- г) числа измерений ниже предела обнаружения радионуклидов, которые были высвобождены из источников,
- д) степени валидации моделей для расчетов в отношении конкретной площадки.

7.6. Существуют различные модели радиологической оценки разной сложности. Степень детализации и сложность необходимого моделирования должна отражать величину прогнозируемых доз [33].

ОЦЕНКА ДОЗ В РЕЗУЛЬТАТЕ НОРМАЛЬНЫХ СБРОСОВ

Внешнее облучение

7.7. Оценка внешнего облучения от источника является простой, по крайней мере, в принципе. Если источник является дискретным, поля излучения вблизи него можно измерять (необходимо рассчитывать и вычитать из результатов величину естественного радиационного фона) или рассчитывать с использованием простых методик. Для определения дозы облучения критической группы необходимо произвести расчеты, учитывающие влияние расстояния, защиты, рассеяния и часть года, которую лицо из критической группы по всей вероятности проведет в данной местности.

7.8. Внешнее облучение вследствие присутствия радионуклидов в шлейфе или на земле обычно трудно оценить при помощи прямых измерений излучения, поскольку изменения естественного радиационного фона, как правило, более значительны. Тем не менее, во многих случаях такое внешнее облучение, обусловленное радионуклидами, можно вывести на основе спектрометрических измерений загрязнения воздуха и выпадений на земле с использованием установленной величины загрязнения в моделях преобразования дозы и той части года, которую лицо из критической группы, вероятно, проведет в данной местности. Снижение облучения благодаря защите (экранированию), обеспечиваемой строительными сооружениями, а также увеличение облучения в результате выпадений на стенах и крышах зданий можно учитывать, если имеется информация по строительным сооружениям, или используя опубликованные стандартные коэффициенты экранирования.

7.9. Наиболее уязвимая для внешнего облучения группа населения в условиях хронических нормальных сбросов может быть представлена лицами, в основном работающими на открытом воздухе (например, сельскохозяйственные работники, пастухи и лесники). Если жилой район расположен вблизи ядерной установки, при определении критической группы необходимо учитывать лиц, проживающих в одноэтажных домах, построенных из легких материалов (например, из дерева).

Внутреннее облучение

7.10. Пути, которые необходимо учитывать при расчете доз внутреннего облучения, зависят от цели расчета (например, для целей проведения скрининга, а не детальной оценки, или принятия консервативного подхода для обеспечения соответствия пределам, а не реалистического подхода для выбора оптимальных вариантов), а также от величины дозы. Как правило, учитываются преобладающие пути облучения: вдыхание воздуха, загрязненного аэрозольными сбросами, проглатывание пищи и напитков (овощей, фруктов, мяса и молока), загрязненных аэрозольными выбросами, а также проглатывание рыбы, моллюсков и продуктов из водорослей, загрязненных жидкими сбросами.

7.11. Расчет доз, обусловленных вдыханием, требует данных по объему загрязненного воздуха, который вдохнули лица из критической группы за год. Этот объем зависит от их возраста, части года, которую лица из критической группы, вероятно, проведут в данной местности, а также их занятия в этой местности. МКРЗ выпустила рекомендации по этому вопросу [34].

7.12. Расчет доз, обусловленных проглатыванием, требует наличия данных по нормам потребления пищевых продуктов и напитков лицами из критической группы. Нормы потребления пищевых продуктов и напитков, как правило, являются характерными для конкретного региона. Необходимо иметь в виду, что подгруппы населения (например, рыбаки) могут иметь очень специфические нормы потребления по некоторым категориям пищевых продуктов или напитков [33]. При расчете доз необходимы также данные по происхождению пищевых продуктов; как правило, только местные пищевые продукты сильно загрязняются при нормальных сбросах и поэтому из пищевых продуктов и напитков, потребляемых лицами из критической группы, только доля продуктов местного происхождения учитывается в расчетах доз.

7.13. Если загрязнение пищевых продуктов и напитков оценивалось при помощи моделей, расчет доз, обусловленных источником, является прямым. Изменение степени загрязнения пищевых продуктов в результате применения технологии обработки пищевых продуктов и кулинарных методов можно учитывать на данном этапе расчета дозы, но необходимо тщательно проверять данные.

7.14. Расчет доз по результатам мониторинга окружающей среды требует соответствующей обработки результатов мониторинга. Фоновое излучение, будь то естественный радиационный фон или фон, обусловленный выпадениями после испытаний ядерного оружия, определяется, как правило, при помощи сравнения с результатами мониторинга на территории, которая не была загрязнена (если характеристики такой территории были достаточно хорошо описаны); для расчета доз, обусловленных выбросами от источника или объекта практической деятельности, эти уровни фонового излучения необходимо вычесть из результатов, относящихся к загрязнению. Если загрязнение обусловлено выбросами от нескольких источников, суммарная доза рассчитывается с учетом результатов мониторинга окружающей среды, но обычно бывает трудно отнести составляющие доли дозы к каждому источнику.

7.15. Необходимо подчеркнуть, что расчет доз на основе результатов мониторинга окружающей среды является предпочтительным, если загрязнение воздуха, воды и пищевых продуктов было легко измерено, а количество результатов позволяет получить большой объем статистических данных. В целом, только некоторые из сброшенных радионуклидов можно измерить в диапазоне выше пределов обнаружения в соответствующих природных средах и пищевых продуктах. Поэтому в большинстве случаев расчет доз на основе результатов мониторинга окружающей среды необходимо дополнять расчетами, выполненными с учетом результатов мониторинга источника по радионуклидам, которые невозможно обнаружить в окружающей среде. Кроме того, мониторинг окружающей среды во время практической деятельности позволяет проверить соответствие допущений, моделей и параметров, которые использовались в процессе лицензирования, условиям конкретного объекта.

7.16. Для того, чтобы соответствовать целям расчета доз, измерения загрязнения пищевых продуктов должны относиться к пищевым (съедобным) частям, а не ко всему организму или растению, должно быть также ясно указано, основаны ли результаты на массе сырого или сухого вещества. В расчетах доз, выполненных на основе измерения загрязнения пищи, используется средний уровень загрязнения, выведенный с учетом, по крайней мере, нескольких представительных проб. Пробы сезонных сельскохозяйственных культур берутся ближе ко времени сбора урожая. Расчет доз производится на основе измерений загрязнения только тех видов, которые фактически потребляются лицами из критических групп.

ОЦЕНКА ДОЗ В АВАРИЙНЫХ УСЛОВИЯХ

7.17. Для оценки облучения, полученного работниками аварийных бригад и лицами из населения в результате ядерной или радиологической аварии, принимаются все необходимые меры. Такую оценку необходимо основывать на самой достоверной доступной информации, и оперативно ее корректировать в свете любой информации, которая даст гораздо более точные результаты.

7.18. Требования в отношении модели оценки доз, применяемой в аварийных ситуациях:

- учет факторов, имеющих значительное влияние на дозы за пределами площадки;
- использование легко доступной информации;
- простота применения в условиях стресса при авариях;
- получение результатов, которые легко понять и которые содействуют принятию решений;
- получение результатов, в которых учитываются основные неопределенности, связанные с такими прогнозами.

7.19. Методы и модели [33, 35], применяемые для оценки доз облучения лиц из населения в результате нормальных сбросов, не подходят для аварийных ситуаций, в которых необходимо в максимально возможной степени использовать имеющуюся информацию, полученную в результате ограниченного числа измерений, для оперативного определения внешних последствий. Эти методы должны включать меры по прогнозированию внешних последствий, которые могут быть результатом условий, сложившихся на предприятии (например, в случае неконтролируемых или возможных будущих выбросов). Эти прогнозируемые внешние последствия могут представлять собой заранее рассчитанные дозы для различных аварийных условий, указанных в документе [10], или компьютерные модели, например, NTERRAS [10]. Прогнозы доз должны быть как можно более реалистичными, и в любом случае нельзя недооценивать дозы в ситуациях, которые могут обусловить возникновение опасности для людей.

7.20. Лица, ответственные за оценки и управление, должны понимать, что прогнозы доз являются неточными и что в случае тяжелых аварий может оказаться невозможным сделать точные прогнозы в отношении доз за пределами площадки. Они должны ожидать, что в результатах, полученных на моделях, используемых разными организациями, имеются различия, и

они не должны применять такие прогнозы в качестве единственной основы для принятия решений о защитных действиях.

7.21. На этапе аварийной готовности следует выбрать модели для использования во время любых возможных аварийных ситуаций, а лица, которые будут применять эти модели, должны с ними как следует ознакомиться в части различных видов входных данных, которые могут использоваться для получения прогнозов в отношении доз. Им необходимо узнать виды данных, которые возможно ввести, и модель должна быть способна принимать эти предпочтительно простые формы входных данных. Например, если известна относительная смесь радионуклидов, которые скорее всего будут сброшены, тогда для оценки доз в данном конкретном месте в результате как внешнего, так и внутреннего облучения будет достаточно провести даже одно простое измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения в воздухе. Позднее, по мере появления результатов большего количества измерений, первые начальные прогнозы можно скорректировать. Корректировку прогнозов можно также делать в случае осуществления вмешательства, такого как размещение в укрытиях.

Внешнее облучение

7.22. Оценка внешнего облучения в аварийной ситуации обычно включает оценки облучения от шлейфа и от осадений на земле, а в некоторых обстоятельствах во время аварии, возможно и оценку прямого облучения от источника.

7.23. Прямое облучение от источника может сильно варьировать в течение времени, и оценка доз потребует очень частого контроля исходящего излучения. Уровни излучения в большинстве случаев могут быть намного выше обычных уровней радиационного фона, поэтому ими можно будет пренебречь. Из результатов прямых измерений излучения от источника необходимо вычесть другие составляющие излучения, например, излучение от шлейфа, если это возможно. Оценка внешнего облучения от источника не представляет сложности; расчет основан на простой методике, в которой учитывается влияние расстояния, рассеяния и времени, которое человек (например, работник аварийной службы), вероятно, проведет в данной местности. Влияние использования защиты также учитывается, если имеются необходимые данные. В качестве первого приближения при авариях измерения кермы в воздухе (в Гр/ч или любых эквивалентных единицах) можно использовать таким же образом, как и измерения

мощности дозы в окружающей среде (в Зв/ч или любых эквивалентных единицах).

7.24. Величину внешнего облучения, обусловленного радионуклидами, присутствующими в шлейфе, можно вывести на основе результатов измерения прямого излучения или измерения концентрации аэрозольных радионуклидов. Несмотря на то, что эти измерения обычно ориентируются на конкретные радионуклиды или конкретную физическую и химическую форму радионуклидов, необходимо убедиться в том, что по значимым в радиологическом отношении радионуклидам, присутствующим в шлейфе, был произведен пробоотбор и измерения. В расчетах учитывается расстояние от точки измерения до оси шлейфа для экстраполяции результатов мониторинга на наиболее подверженные облучению группы населения, которые оказались в главной части шлейфа. После оценки выбросов и скорости выбросов на основе данных мониторинга источника с высокой степенью точности, чего обычно бывает трудно добиться, можно рассчитать внешнее облучение, обусловленное присутствием радионуклидов в шлейфе, на моделях рассеяния выбросов. Влияние защиты, обеспечиваемой строительными сооружениями, можно учитывать при условии наличия необходимых данных и эффективности контрмер по размещению в укрытиях.

7.25. Величину внешнего облучения, обусловленного выпадением радионуклидов на землю, можно вывести на основе результатов измерения прямого излучения, выполненных после прохождения шлейфа (когда мощность дозы намного выше уровней естественного фона) или после проведения спектрометрии. Ее также можно получить на основе результатов измерения концентрации радионуклидов в пробах окружающей среды (например, пробах почвы, травы и дождевой воды). Дозы внешнего облучения, обусловленные выпадениями радиоактивных материалов, как правило, рассчитываются на ограниченный период времени (обычно на день или на несколько дней), который соответствует времени осуществления срочных защитных мер (укрытие или эвакуация). На такие короткие периоды выпадение можно считать постоянным за исключением радиоактивного распада короткоживущих радионуклидов. Влияние защиты, обеспечиваемой строительными сооружениями, можно учитывать при условии наличия необходимых данных и эффективности укрытия.

Внутреннее облучение

7.26. Во время аварий для расчета доз внутреннего облучения прежде всего необходимо учитывать вдыхание, так как ингаляционный путь является самым важным для реализации срочных защитных действий (укрытие, эвакуация и профилактика стабильным йодом). Как указывалось в отношении внешнего облучения, обусловленного присутствием радионуклидов в шлейфе, внутреннее облучение, обусловленное вдыханием радионуклидов, находящихся в шлейфе, можно определить по результатам мониторинга окружающей среды или результатам моделирования, основанного на мониторинге источника.

7.27. Повторное взвешивание и ветровой перенос осажденных радионуклидов обычно не учитывается, поскольку это, как правило, представляет меньшую важность на ранних этапах аварии (за возможным исключением крупномасштабного рассеяния плутония). Влияние укрытия можно учитывать при условии наличия необходимых данных и эффективности контрмер по обеспечению укрытия. Влияние профилактики стабильным йодом можно также учитывать при условии указания точного времени ее применения.

ОЦЕНКА ДОЗЫ В СИТУАЦИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО (ДЛИТЕЛЬНОГО) ОБЛУЧЕНИЯ

7.28. Люди, живущие на территориях, загрязненных природными или антропогенными долгоживущими радионуклидами, обычно подвергаются облучению через множество путей. Составляющие части доз внешнего облучения и доз внутреннего облучения (т.е. ингаляционное и пероральное поступление) зависят от изотопного состава и физической и химической формы радионуклидов, от условий окружающей среды и от привычек населения.

7.29. В случае длительного облучения населения при медленно меняющихся режимах излучения оценка доз основывается на имеющихся данных мониторинга окружающей среды в сочетании с простыми статическими или равновесными моделями. В странах с умеренным или полярным климатом в таких моделях необходимо учитывать сезонные изменения условий облучения (например, благодаря снежному покрову) и привычки людей. Учитывается также возможное влияние особых климатических

условий (таких как засуха или оптимальные условия для роста грибов) на накопление радионуклидов растениями.

7.30. Как правило, цель оценки дозы для населения, живущего в условиях хронического (длительного) радиационного облучения, заключается в обосновании восстановительных мер, которые требуют значительных расходов. Поэтому дозы критических групп населения определяются на основе реалистичных, нескрининговых, дозиметрических моделях. По мере возможности при валидации этих моделей необходимо использовать имеющиеся данные измерений параметров окружающей среды и выборочные данные индивидуального дозиметрического контроля, например, данные по счету радиоактивности всего тела при дозиметрии внутреннего облучения и по индивидуальным дозам при дозиметрии внешнего облучения.

7.31. Для определения существующих годовых доз необходимо учитывать все составляющие как внешнего, так и внутреннего облучения, вызванного радиоактивностью окружающей среды, включая естественный радиационный фон. Для определения составляющих дозы, обусловленных вкладами от конкретных источников излучения в окружающей среде, применяются специальные методы измерения и обработки данных.

Внешнее облучение

7.32. Доза внешнего облучения критической группы населения в условиях хронического (длительного) облучения определяется на основе данных мониторинга окружающей среды путем использования простой расчетной модели, в которой учитываются факторы частичной защиты, обеспечиваемой окружающей человека средой по сравнению с открытыми незаселенными территориями, профессии людей, соотношения между дозой в воздухе и эффективной дозой и фактор сезонной изменчивости соответствующих параметров.

7.33. Группа населения, наиболее подверженная внешнему облучению в условиях хронического (длительного) облучения, обычно включает людей, работающих в основном на открытом воздухе (например, лесники, пастухи и сельскохозяйственные рабочие), а также людей, проживающих в одноэтажных домах, построенных из легких материалов (например, из дерева). Для определения периодов времени, обычно проводимых этой группой в местах проживания, работы или отдыха, а также в помещениях и

на открытом воздухе в различных типичных местах в разные времена года, лучше всего использовать метод проведения личных собеседований.

7.34. Комплект измерений мощности дозы, выполняемых в различных местах, где обычно находятся лица из критической группы, как в помещениях, так и на открытом воздухе, можно напрямую использовать для оценки существующих доз внешнего облучения. Для определения относительного вклада конкретных источников излучения в состав дозы внешнего облучения применяются методы полевой гамма-спектрометрии с последующей оценкой дозы, обусловленной конкретными радионуклидами или вычитанием величины фоновое излучения, определенной в аналогичных условиях.

7.35. Для определения доз внешнего облучения, обусловленного радионуклидами, в качестве альтернативного источника данных мониторинга окружающей среды можно использовать уровни осаждения конкретных радионуклидов на почве в исследуемой зоне. При помощи коэффициентов преобразования по конкретным радионуклидам, эти данные конвертируются в значения мощности дозы над ненарушенным слоем почвы (например, лужайки), над вспаханной землей или над твердыми поверхностями (например, асфальт или бетон).

7.36. Параметры моделей, в которых учитывается ослабление мощности дозы в типичной сельской или городской местности относительно контрольной поверхности (как правило, лужайки), следует определять до оценки дозы путем проведения серии полевых измерений или путем моделирования радиационных условий в населенных пунктах, жилищах или в иных местах.

7.37. Неопределенности, связанные с определением доз внешнего облучения, могут существенно уменьшиться, если некоторые критически важные параметры определять с помощью измерений, а окончательные результаты оценки дозы проверять по данным контроля индивидуальных доз, проводимого в определенные периоды времени.

Внутреннее облучение

Проглатывание (пероральное поступление)

7.38. Дозы внутреннего облучения критической группы населения в условиях хронического (длительного) облучения, обусловленного приемом

(проглатыванием) загрязненной пищи и/или питьевой воды, определяются на основе данных мониторинга окружающей среды путем применения простой расчетной модели, в которой учитывается происхождение и норма потребления конкретных пищевых продуктов, а также сезонные изменения соответствующих параметров.

7.39. Лица, потребляющие значительные количества продуктов местного производства, составляют самую уязвимую группу населения с точки зрения радиационного облучения в результате перорального поступления. По долгоживущим радионуклидам со слабой зависимостью дозовых коэффициентов от возраста (например, тритий и цезий) самой уязвимой группой населения, как правило, являются взрослые, потребляющие местные сельхозпродукты и натуральные продукты. По радионуклидам, дозовые коэффициенты которых сильно зависят от возраста вследствие их особых метаболических свойств (например, стронций, радий и полоний), самую уязвимую группу населения составляют грудные младенцы и дети.

7.40. Комплект регулярно получаемых данных о концентрациях радионуклидов в сельхозпродуктах местного производства можно использовать непосредственно для оценки годового поступления и соответствующей ожидаемой дозы. В регионах, в которых жители обычно потребляют значительные количества натуральных пищевых продуктов (например, дичь, речную рыбу, лесные грибы и ягоды) с повышенными концентрациями радионуклидов, для определения поступления радионуклидов необходимо также использовать имеющиеся результаты измерений.

7.41. Если данные измерений пищевых продуктов отсутствуют или недостаточны, концентрации радионуклидов в пищевых продуктах можно примерно определить на основе данных по выпадениям на почву или концентраций в воде путем использования известных коэффициентов переноса радионуклидов из почвы или воды на растения или животных. Когда коэффициенты переноса выбраны, внимание следует обратить на использование данных о соответствующих природных и климатических условиях, в том числе на тип почвы и минеральный состав пресной воды.

7.42. Модель перорального поступления должна включать главные группы пищевых продуктов и питьевую воду, потребляемые критической группой. Определение нормы потребления для учета вклада пищевых продуктов местного производства основывается на официальной производственной и торговой статистике (для всего населения) или на личных собеседованиях

(для критической группы). Кулинарные потери массы пищевых продуктов и связанное с ними уменьшение поступления радионуклидов, можно дополнительно использовать для оценки перорального поступления радионуклидов.

7.43. Неопределенности в моделировании доз внутреннего облучения могут существенно уменьшиться при оценке некоторых важных параметров путем измерений и применении некоторых корректировок в отношении конкретной местности. Самым надежным методом валидации модели перорального поступления является сравнение ее прогнозов с оценками дозы внутреннего облучения на основе данных индивидуальных измерений содержания радионуклидов в теле человека, выполняемых посредством счета радиоактивности всего тела или анализа концентраций радионуклидов в выделениях.

Вдыхание (ингаляционное поступление)

7.44. Вклад ингаляционного поступления в дозы внутреннего облучения критической группы является значительным в случае радиоактивных газов и паров (например, радона или окиси трития) и радионуклидов с низкой растворимостью и низкой подвижностью в пищевых цепочках (например, актинидов и трансурановых элементов), особенно для людей, работающих на открытом воздухе или в условиях запыления. Особым случаем является долгое проживание в местах с повышенными концентрациями природного урана и радия, вызывающими выделение радона.

7.45. Ингаляционная доза облучения критической группы населения в условиях хронического (длительного) облучения определяется на основе данных мониторинга концентраций радионуклидов в воздухе над землей с использованием модели, в которой учитывается частота дыхания людей различных возрастов в условиях выполнения разнообразных видов физической работы, а также сезонные изменения соответствующих параметров.

7.46. Комплект регулярно получаемых данных о концентрациях радионуклидов в воздухе можно непосредственно использовать для оценки годового поступления и соответствующей ожидаемой дозы. Если данные измерений отсутствуют или недостаточны, концентрации радионуклидов в воздухе можно примерно определить по темпам их проникновения в почву на основе использования модели повторного взвешивания (ветрового переноса).

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ОЦЕНКАХ ДОЗ

7.47. Неопределенности в оценках доз, проводимых на основе результатов мониторинга, включают как неопределенности в данных мониторинга, так и неопределенности в дозиметрических моделях. Самой большой неопределенностью обычно является неопределенность, связанная с моделированием, выполняемым с использованием данных мониторинга источника в качестве входной информации, поскольку в этом случае моделирование включает рассеяние радионуклидов в окружающей среде, которое можно прогнозировать только с большой степенью неопределенности. Неопределенности при оценках дозы снижаются в случае использования данных всестороннего мониторинга окружающей среды, а при наличии данных индивидуального дозиметрического контроля они становятся весьма незначительными.

7.48. При осуществлении практической деятельности скорость выброса радионуклидов обычно бывает низкой, и возможности проведения подробного анализа облучения могут быть ограничены, если, например, мощность дозы внешнего облучения, обусловленная выбросами, находится на уровне того же порядка, что и колебания мощности дозы, обусловленной радиационным фоном. В этом случае дозу можно оценивать как величину ниже величины дозы, определенной на основе минимальной обнаруживаемой активности для измерения, используемого в качестве входных данных. Можно считать, что эта оценка дозы имеет предполагаемую неопределенность, в которой учтены неопределенности параметров дозиметрических моделей.

7.49. При авариях и в ситуациях хронического (длительного) облучения оценки доз необходимы для анализа и определения радиологической ситуации в целях обеспечения основы для принятия решений о необходимости осуществления смягчающих и/или защитных действий. В таблице 7 указаны виды данных, полученных в ходе мониторинга и используемых для оценок дозы, а также основные источники соответствующих неопределенностей в моделировании, которые обуславливают неопределенности в оценочных расчетах дозы.

7.50. Помимо неопределенностей, связанных с процедурами мониторинга, важным источником неопределенностей является моделирование и особенно данные о привычках людей. Часто известны только общенациональные средние значения (если имеются вообще) необходимых параметров, которые могут значительно отклоняться от значений в отношении

ТАБЛИЦА 7. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В РАСЧЕТНЫХ ОЦЕНКАХ ДОЗ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Путь облучения человека	Контролируемая величина	Источник неопределенностей в оценках дозы
Внешнее облучение	Мощность дозы гамма-излучения в воздухе в зависимости от времени и пространства	Местонахождение и продолжительность пребывания людей в контролируемой зоне
	Доза внешнего облучения, измеренная при помощи термолюминесцентного дозиметра	Продолжительность пребывания в месте размещения термолюминесцентного дозиметра; небольшая неопределенность, если термолюминесцентный дозиметр постоянно носит подвергаемый облучению человек
Пероральное поступление (глотание)	Концентрация активности в пищевых продуктах в зависимости от времени и пространства	Поступление пищевых продуктов в зависимости от возраста; происхождение пищевых продуктов; сезонные изменения в поступлении пищевых продуктов
Ингаляционное поступление (вдыхание)	Концентрация активности в воздухе	Местонахождение людей, частота дыхания; дозовые коэффициенты
Внутреннее облучение	Радиоактивность всего тела	Ограничено гамма-излучателями; изменчивость скорости поступления; требует метаболических данных для перевода активности в дозы
	Биологический анализ выделений	Изменчивость скорости поступления и выделения; требует метаболических данных для перевода концентраций активности в дозы

конкретных людей в конкретных регионах. В отношении практической деятельности и ситуаций хронического (длительного) облучения уровни активности в окружающей среде могут быть относительно стабильными, и применение усредненных данных о привычках может давать приемлемые результаты. Однако в случае аварии требуются более конкретные данные,

соответствующие конкретным сезонным и социальным условиям, существующим на момент возникновения аварии.

7.51. Неопределенности, связанные с происхождением пищевых продуктов, остаются важными составляющими неопределенностей в оценке пероральных доз. Несмотря на то, что в сельской местности значительная часть рациона питания может производиться на месте, по крайней мере, часть потребляемых пищевых продуктов производится в других местах. Если данные по этому вопросу отсутствуют, необходимо исходить из того, что все пищевые продукты производятся на месте, что дает консервативную погрешность.

7.52. Степень консерватизма в рамках оценки дозы внутреннего облучения можно определить путем сравнения расчетов дозы, сделанных на основе моделирования, с результатами измерений всего тела. Эти соображения могут быть весьма полезными при валидации и уточнении оценки дозы, выполненной на основе данных мониторинга. Применение данного метода ограничено гамма-излучателями, поскольку чистые альфа- и бета-излучатели невозможно обнаружить с достаточной точностью при помощи счетчиков измерения радиоактивности всего тела.

7.53. Во время и после аварий можно ожидать значительных колебаний мощности дозы и уровней активности во времени и пространстве. Применение средних значений в отношении реальных облученных лиц в данной ситуации вызывает больше неопределенностей, чем в ситуации, когда уровни активности в окружающей среде показывают лишь сравнительно небольшие колебания. Кроме того, люди могут стремиться самостоятельно принимать контрмеры, что снижает дозы, ожидаемые на основе данных мониторинга, даже если уровни доз намного ниже любого уровня вмешательства или уровня действий.

7.54. Неопределенности в данных мониторинга и основные источники неопределенностей в дозиметрических моделях, указанные в таблице 7, необходимо учитывать при определении неопределенностей в оценках доз, выполняемых на основе результатов мониторинга. Если неопределенности во всех компонентах, вносящих вклады оценку расчетной дозы, незначительны, суммарную неопределенность в отношении дозы можно рассчитать аналитическим методом путем сложения соответствующих отклонений. Однако, если неопределенность и важность одного или нескольких вносящих вклад компонентов значительны, то следует провести

стохастическое моделирование для оценки суммарной неопределенности в дозе.

7.55. Неопределенности в оценках доз следует учитывать при интерпретации данных радиационного контроля.

8. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

8.1. Результаты программы мониторинга, будь то мониторинг источника, окружающей среды и/или индивидуальный дозиметрический контроль, представляются в виде:

- уровней излучения в месте источника выброса и концентрации радионуклидов в материалах выброса;
- уровней излучения и концентрации радионуклидов в окружающей среде;
- доз, на данный момент полученных лицами из критической группы или группами населения;
- доз, прогнозируемых для лиц из критических групп (в аварийных ситуациях).

8.2. При ведении практической деятельности результаты программы мониторинга источника, окружающей среды и/или индивидуального дозиметрического контроля используются для проверки соответствия фактических радиационных условий допустимым пределам путем сравнения с одним из следующих контрольных значений:

- ределы в отношении сбросов;
- пределы в отношении окружающей среды;
- граничные дозы применительно к мониторингу, ориентированному на источник;
- дозовые пределы применительно к мониторингу, ориентированному на человека.

8.3. В аварийных ситуациях данные мониторинга радионуклидов в окружающей среде, в том числе в пищевых продуктах, используются в

качестве исходной информации при принятии решений об осуществлении смягчающих и защитных мер на основании сравнения со следующим:

- общими или специальными уровнями действий по концентрации радионуклидов в окружающей среде или в пищевых продуктах;
- общими или специальными уровнями вмешательства по дозам облучения лиц из критических групп.

8.4. В ситуациях хронического (длительного) облучения данные мониторинга применяются для обоснования принятия восстановительных мер и долгосрочных контрмер на основе сравнения с:

- общими или конкретными уровнями действий по концентрации радионуклидов в окружающей среде;
- общими или конкретными уровнями вмешательства по дозам облучения лиц из критических групп.

8.5. Как в случае аварийной ситуации, так и в ситуациях хронического (длительного) облучения данные мониторинга окружающей среды можно также применять в качестве исходной информации для процедур оптимизации, используемых в целях обоснования и оптимизации контрмер (т.е. защитных действий или восстановительных мер), соответственно.

8.6. Несмотря на то, что критерии защиты биоты все еще находятся в стадии разработки, результаты программы мониторинга источника и/или окружающей среды можно также интерпретировать с точки зрения дозы, полученной организмами биоты.

8.7. Данные мониторинга радионуклидов в окружающей среде можно также использовать в следующих вспомогательных целях:

- выявление изменений в условиях, определенных для источника, окружающей среды или людей;
- определение долгосрочной динамики уровней радионуклидов в окружающей среде;
- валидация или уточнение модели переноса радионуклидов и дозовых моделей, принятых на этапе предэксплуатационных исследований.

8.8. Мониторинг окружающей среды можно использовать в качестве средства выполнения независимой проверки работы установки и особенно выявления всех внеплановых выбросов, каналов выбросов или повышения

уровней излучения. Такие отклонения от нормальных режимов, как правило, выявляются благодаря значительным внеплановым повышениям или понижениям концентрации радионуклидов или радиационного облучения. Интерпретация таких изменений обычно требует сравнения с ранее зафиксированными уровнями (которые необходимо регистрировать) или с измерениями, сделанными с наветренной или подветренной стороны (или вверх и вниз по течению текущих вод) (или с иными контрольными измерениями), для того, чтобы определить, является ли установка причиной повышения или понижения. Интерпретация измерений концентрации радионуклидов в биоиндикаторах может быть полезной для раннего выявления небольших отклонений от нормальных режимов.

8.9. Для предупреждения ошибочной интерпретации данных мониторинга необходимо точное понимание условий пробоотбора и измерений. Сюда относятся следующие виды условий:

- географическое положение;
- дата и время;
- продолжительность пробоотбора;
- процедуры пробоотбора и измерения;
- четкое понимание измеряемых физических величин;
- уровни радиационного фона и концентрации радионуклидов в окружающей среде.

8.10. Надлежащее внимание необходимо уделять достоверности данных с учетом:

- точности и достоверности пробоотбора и измерений;
- изменчивости факторов окружающей среды и представительности результатов пробоотбора и измерений;
- измерения суммарной (полной) активности, требующего введения других допущений по составу радионуклидов;
- интерпретации результатов измерений ниже предела обнаружения.

8.11. Допущения, используемые эксплуатирующей организацией для интерпретации результатов мониторинга, составляют главную часть такой интерпретации. Описание интерпретации результатов должно служить открытым и прозрачным документальным подтверждением допущений, использованных во всех аспектах проведения мониторинга и интерпретации результатов.

8.12. Программы мониторинга окружающей среды, как правило, включают как недорогостоящие текущие измерения сводных параметров (например, измерения суммарной альфа-активности), так и периодические измерения концентрации отдельных радионуклидов (при помощи спектрометрии или радиохимического анализа) в месте источника и/или на некоторых участках окружающей среды. Для интерпретации измерений необходимо исследовать все возможные корреляции между различными видами мониторинга:

- результаты мониторинга источника и мониторинга окружающей среды;
- измерения уровней излучения и концентраций радионуклидов;
- измерения сводных параметров и отдельных радионуклидов;
- проведение гамма-съемки на месте и выборочных измерений;
- текущие и периодические измерения;
- измерения радионуклидов и других параметров (например, погодных условий).

СООТВЕТСТВИЕ КОНТРОЛЬНЫМ УРОВНЯМ И КРИТЕРИЯМ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.13. Контрольные уровни и критерии облучения, упомянутые в данном разделе, являются нормами, принятыми на международном, региональном или национальном уровне. Согласно принятым на международном уровне нормам МАГАТЭ [2], средние дозы облучения критических групп лиц из населения, обусловленные практической деятельности, не должны превышать предел эффективной дозы, равный 1 мЗв в год. Региональные нормы отражены, например, в Европейской директиве 1996 года [36], которая распространяется на государства – члены Европейского Союза. Национальные нормы могут включать относящиеся к источнику контрольные дозовые уровни (именуемые граничными дозами), которые нельзя превышать. Типичные принятые на национальном уровне величины граничных доз в различных странах находятся в диапазоне от нескольких десятых микрозиверта до 0,5 миллизиверта в год [7].

Соответствие контрольным уровням

Ограничения по выбросам

8.14. В рамках практической деятельности ограничения по годовым выбросам/сбросам обычно предписываются эксплуатирующим организациям. Другие ограничения по выбросам, например, кратковременные ограничения сбросов, могут также включаться в выданные разрешения. Для подтверждения того, что фактические выбросы не превышают порога этих ограничений, следует проводить измерения в рамках мониторинга источника.

8.15. При нормальных условиях интегрированные по времени измерения, основанные на непрерывных дозиметрических измерениях или на непрерывном пробоотборе, используются для подтверждения отсутствия неконтролируемых выбросов. В отношении выбросов радионуклидов, которые не сбрасываются в больших количествах и которые не являются радиологически значимыми, могут быть приемлемы средние значения, полученные в результате периодического отбора проб или измерений при условии, что большие колебания параметров выбросов не ожидаются. Однако, если ожидаются большие колебания, их необходимо периодически контролировать.

8.16. Процедуры по учету измерений, которые находятся ниже пределов обнаружения, должны быть ясными и однозначными. Измерения ниже предела обнаружения по радионуклидам, которые могут присутствовать в выбросах, необходимо учитывать на основе какой-либо части (например, 50%) объема выброса, умноженной на предел обнаружения.

8.17. Для подтверждения соответствия установленным ограничениям по выбросам неопределенности измерений выбросов учитываются с большим запасом.

Предельные условия в отношении окружающей среды

8.18. Разрешения на сбросы могут также включать предельные условия в отношении состояния окружающей среды, такие как уровни излучения на границе площадки или предельные концентрации радионуклидов или отдельных категорий радионуклидов на конкретных участках окружающей среды. Данные мониторинга окружающей среды применяются для

подтверждения того, что фактические уровни излучения и концентрации радионуклидов находятся ниже этих пределов.

8.19. Данные мониторинга окружающей среды можно также использовать для определения того, являются ли модели, применяемые для прогнозирования уровней загрязнения окружающей среды и облучения людей, достаточно консервативными, путем сравнения результатов мониторинга с результатами моделирования. Если прогнозы, сделанные на основе моделей, сильно отличаются от прогнозов, основанных на данных мониторинга, это должно считаться поводом для использования в моделировании структуры конкретной площадки и/или параметров конкретной площадки.

8.20. Если пределы устанавливаются в виде средних значений для определенных территорий и/или периодов времени, соответствующие данные мониторинга необходимо усреднить и определить стандартные погрешности средних значений. Рекомендации, сделанные по уровням сброса в части измерений ниже предела обнаружения и по методам учета неопределенностей, распространяются также на уровни загрязнения окружающей среды.

Соответствие критериям облучения населения

8.21. Результаты мониторинга источника и мониторинга окружающей среды в отношении практической деятельности используются для подтверждения того, что фактические дозы, полученные в результате нормального ведения практической деятельности, соответствуют критериям облучения населения.

8.22. Поскольку ограничения по выбросам устанавливаются посредством моделирования дозы для критической группы, соответствие данных мониторинга источника этим ограничениям гарантирует соответствие доз, рассчитанных на основе данных мониторинга источника, критериям облучения, если используется та же самая или аналогичная модель. В частности, поскольку дозы, определенные на основе результатов мониторинга источника, несомненно, обуславливаются источником, результаты мониторинга источника необходимо использовать именно для подтверждения соответствия граничным дозам.

8.23. Если имеются данные всестороннего мониторинга окружающей среды, касающиеся основных путей облучения человека, их можно

непосредственно использовать для оценки доз облучения критических групп и для подтверждения фактического соответствия выбросов и уровней излучения при нормальном ведении практической деятельности критериям облучения населения. При наличии только одного источника выбросов в окружающую среду оцененная доза сравнивается с соответствующей граничной дозой, а при наличии множества источников выбросов радионуклидов дозы должны соответствовать пределу, равному 1 мЗв в год.

8.24. Доза, полученная лицами из населения, выводится по результатам мониторинга окружающей среды с учетом естественного радиационного фона. Фоновые уровни следует вычитать из результатов измерений для определения доз, обусловленных только практической деятельностью. Для целей оценки доз при учете соответствующих неопределенностей можно использовать как статистически значимые данные измерений (превышающие предел обнаружения), так и измерения ниже пределов обнаружения.

8.25. Дозы, обусловленные источником, можно также вывести по результатам мониторинга окружающей среды путем удаления базового уровня, включая естественный радиационный фон и другие источники. Такие обусловленные источником дозы, тем не менее, интерпретируются с осторожностью, поскольку доли радиоактивности или концентраций радионуклидов, связанные с другими источниками, могут рассчитываться со значительными неопределенностями.

8.26. Неопределенности в результатах мониторинга необходимо в полной мере учитывать при оценке доз и при их сравнении с критериями облучения населения. Неопределенности учитываются консервативно, иными словами, оцененные дозы должны включать фактические дозы, полученные лицами из критической группы:

- при оценке доз и их неопределенностей учитываются как неопределенности в измерениях выше предела обнаружения, так и неопределенности в моделировании;
- измерения ниже предела обнаружения принимаются при оценке дозы в качестве величины предела обнаружения, если нет убедительных причин считать, что концентрация необнаруженных радионуклидов и необнаруженные уровни излучения действительно ничтожно малы.

ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ ДЕЙСТВИЙ В СИТУАЦИЯХ АВАРИЙНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

8.27. В ситуациях аварийного облучения срочные защитные действия, в том числе укрытие, эвакуация и йодная профилактика, должны предприниматься на основе общей оценки и моделирования, а не на основе данных мониторинга. Тем не менее, решения о прекращении срочных защитных действий и о применении долгосрочных защитных действий (например, сельскохозяйственные контрмеры или временное отселение) принимаются на основе данных мониторинга и оценки дозы [2].

8.28. В ситуациях аварийного облучения данные мониторинга источника, если таковые имеются, используются для составления прогнозов доз, которые сравниваются с соответствующими уровнями вмешательства. Данные мониторинга окружающей среды используются как для выяснения того, были ли достигнуты общие или конкретные уровни действий в отношении окружающей среды, так и для составления прогнозов доз. Эта рекомендация распространяется на ядерные и на радиологические аварии.

Уровни загрязнения окружающей среды

8.29. Для принятия решений по выполнению защитных действий в определенной зоне необходимо определить средние уровни излучения и/или концентрации активности в пищевых продуктах, питьевой воде, зерновых и других соответствующих материалах. По имеющимся данным предварительного мониторинга выявляются зоны с относительно равномерными уровнями радиоактивного загрязнения, а на основе измерений определяются средние уровни излучения и концентрации активности. Эти средние значения сравниваются с соответствующими общими [2, 37, 38] или конкретными уровнями действий, включая ДУВ [10].

8.30. Уровни действий обычно устанавливаются для отдельных радионуклидов или их групп, а для сравнения с уровнями действий необходимо получить соответствующие данные мониторинга. Необходимо подтвердить проведение надлежащего мониторинга по каждому важному радионуклиду (например, в случае ядерной аварии по: ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am). В случае ядерной аварии необходимо учитывать распад короткоживущих радионуклидов и последующее снижение уровней радиационного загрязнения окружающей среды и концентраций активности. В случае радиологических аварий

условия мониторинга, как правило, являются более простыми, поскольку такие аварии включают ограниченное число известных радионуклидов.

8.31. Для оценки защитных действий следует документально оформить и представить регулирующему органу следующую информацию, если она известна:

- неопределенности в измерениях, особенно в отношении результатов, близких к уровням действий;
- местонахождение и происхождение пищевых продуктов, питьевой воды, зерновых и других соответствующих материалов, с которых были отобраны пробы, а также примерные направления и расстояния этих мест от зоны максимального воздействия;
- количества пищевых продуктов, питьевой воды, зерновых и других соответствующих материалов, с которых были отобраны пробы.

Оценка доз и дозовые критерии облучения населения

8.32. При авариях критерии облучения населения, используемые при принятии решений о вмешательстве при любых обстоятельствах, основываются на прогнозируемых на короткий срок (т.е. менее двух дней) поглощенных дозах или ожидаемых парциальных дозах облучения органов и тканей: всего тела, костного мозга, легких, кожи, щитовидной железы, хрусталиков глаз и гонад. Другие критерии облучения населения, используемые при принятии решений о срочных защитных действиях, основываются на краткосрочных предотвращаемых эффективных дозах в течение следующих периодов: не более двух дней в отношении укрытия, не более одной недели в отношении эвакуации и один месяц в отношении временного отселения. Для решения о проведении йодной профилактики необходима оценка предотвращаемой ожидаемой дозы облучения щитовидной железы, обусловленного радиоактивным йодом [2].

Данные мониторинга источника

8.33. Интерпретация результатов мониторинга источника в переводе на дозы требует использования вычислительных моделей для оценки доз, специально разработанных для аварийных режимов. Однако необходимо отметить, что в аварийных ситуациях достоверные результаты мониторинга источника редко достижимы. Поэтому первый этап интерпретации данных,

полученных при мониторинге источника, включает проверку достоверности результатов, т.е. проверку следующего:

- отсутствия возможности возникновения неконтролируемых выбросов радионуклидов (например, в результате утечки) или распространения излучения;
- высвобожденные радионуклиды можно обнаружить при помощи систем мониторинга (например, выбросы от чистых бета- или альфа-источников контролируются);
- измерения находятся в диапазоне измерений системы мониторинга (например, если используются стандартные системы мониторинга, их измерительные возможности должны значительно превышать уровни выбросов);
- неопределенности результатов мониторинга остаются в допустимых пределах.

8.34. Аварийные планы могут включать расчеты верхних границ выбросов радионуклидов при авариях разного типа, часто в виде доли общего количества, и эти расчеты необходимо регулярно корректировать.

8.35. При условии наличия достоверных результатов мониторинга источника, расчетных моделей и других необходимых данных, в том числе данных о погодных условиях, для затронутых аварией территорий выполняются расчеты следующих величин:

- 1) прогнозируемых поглощенных доз или ожидаемых парциальных доз облучения органов и тканей (всего тела, костного мозга, легких, кожи, щитовидной железы, хрусталиков глаз и гонад) на период, равных двум дням в случае тяжелой аварии;
- 2) прогнозируемых эффективных доз и предотвращенных (путем необходимых защитных действий) эффективных доз на период, равных двум дням, одной неделе и одному месяцу;
- 3) ожидаемых доз облучения щитовидной железы, обусловленного радиоактивным йодом в случае ядерной аварии или выбросом радиоактивного йода в других ситуациях.

8.36. Данные дозы, рассчитанные по результатам мониторинга параметров источника выброса, затем оцениваются по критериям облучения населения для определения того, необходимо или нет осуществление защитных действий, и если защитные действия необходимы, то какие именно. Карта

местности с нанесенными изолиниями уровней прогнозируемых доз является удобным способом отображения доз.

Данные мониторинга окружающей среды

8.37. В аварийных ситуациях результаты мониторинга окружающей среды широко используются для оценки прогнозируемых и предотвращенных доз внешнего и внутреннего облучения, поскольку их интерпретация в большинстве случаев является прямой и не требует допущений (которые могут быть недостоверными), основанных на результатах мониторинга источника или оценки для использования в моделировании.

8.38. Измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения в период от начальной фазы аварии до этапа после окончания выброса используется в качестве исходных данных для простых расчетных моделей в целях оценки прогнозируемых поглощенных доз облучения органов и тканей (на период более двух дней), а вместе с соответствующими данными атмосферного пробоотбора на этапе выброса – прогнозируемых и предотвращенных эффективных доз на период, равный двум дням, одной неделе и одному месяцу. На этапе выброса во время аварий измерения мощности дозы внешнего гамма-излучения включает долю излучения от шлейфа. На этапе после выброса измерения мощности дозы внешнего гамма-излучения в основном относятся к излучению от осадений на земле. Вблизи установки эти измерения могут также включать долю излучения от источника.

8.39. Данные по концентрации радионуклидов в воздухе на уровне земли, получаемые при помощи соответствующих средств атмосферного пробоотбора на этапе выброса и на этапе после выброса (по ситуации), используются в качестве исходных данных для простых расчетных моделей, применяемых для оценки поглощенных доз облучения органов и тканей, обусловленного вдыханием в течение двух дней, а также прогнозируемые и предотвращенные эффективные дозы, обусловленные вдыханием в течение двух дней, одной недели и одного месяца.

8.40. Расчетные ингаляционные дозы следует прибавлять к соответствующим прогнозируемым поглощенным и эффективным дозам внешнего облучения за короткие периоды, которые выводятся на основе измерений мощности дозы внешнего гамма-излучения. Затем суммарные (доза внешнего облучения плюс ингаляционная доза) дозы сравнивают с критериями облучения населения, чтобы определить необходимость рекомендации в отношении применения укрытия, эвакуации или

временного отселения. Ввиду того, что измерения мощности дозы внешнего гамма-излучения являются недорогостоящими и часто применяются для больших территорий, их интерпретируют с целью определения территории, на которой необходимы такие защитные действия.

8.41. Ввиду того, что временное отселение может включать большое число людей и потребовать значительное время, а также наличие больших территорий, необходимо получить большие наборы результатов мониторинга окружающей среды, обеспечивающие достаточную статистику. Наличие таких больших наборов данных, а также использование реалистичных моделей по конкретным площадкам, а не консервативных типовых моделей, помогает значительно сократить общее число неопределенностей при оценке дозы.

8.42. Данные пробоотбора радиоактивного йода в воздухе на этапе выброса применяются для оценки средних предотвращенных ожидаемых поглощаемых доз облучения щитовидной железы жителей конкретных пострадавших территорий и для оценки этих доз на соответствие критерию профилактики стабильным йодом.

Данные индивидуального дозиметрического контроля

8.43. В аварийных ситуациях, когда можно предвидеть возникновение значительных неблагоприятных для здоровья последствий радиоактивного облучения, необходимо использовать данные индивидуального дозиметрического контроля и по внешнему, и по внутреннему облучению, для определения уровней облучения людей, особенно во избежание заниженной оценки доз. Несмотря на то, что методы индивидуального дозиметрического контроля являются сложными и дорогими, они предоставляют информацию для валидации методов оценки дозы, основанных на мониторинге источника и мониторинге окружающей среды.

8.44. Хорошо выверенные методы индивидуального дозиметрического контроля при учете неизбежных неопределенностей обеспечивают наличие самых точных данных для использования в оценке дозы. Результаты индивидуального дозиметрического контроля используются для определения моделей оценки дозы на основе сравнения соответствующих радиологических величин (т.е. доз внешнего облучения за определенные периоды и/или активности радионуклидов для всего тела во время индивидуальных измерений). При выявлении систематических расхождений в модели оценки дозы вводятся необходимые поправочные коэффициенты.

8.45. Особенно необходимо следить за тем, чтобы не было занижений оценочных доз в аварийных ситуациях. Завышения оценок доз также следует избегать, ввиду наличия риска, связанного с защитными действиями, особенно с эвакуацией.

ОЦЕНКА ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕР В СИТУАЦИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО (ДЛИТЕЛЬНОГО) ОБЛУЧЕНИЯ

8.46. Для условий хронического (длительного) облучения установлены общие и/или специальные дозовые критерии и уровни действий в отношении содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде. На международном уровне МКРЗ рекомендовала существующие годовые (от всех источников в окружающей среде – природных и антропогенных) эффективные дозы для лиц из критической группы в размере 10 мЗв, в качестве общего дозового критерия, превышение которого требует принятия восстановительных мер [20]. В некоторых странах, особенно в пострадавших от сильного радиоактивного загрязнения, дозы, предполагающие уровни вмешательства или уровни действий в отношении доз, которые могут быть обусловлены конкретными факторами хронического облучения, а также уровни действий по радионуклидам в пищевых продуктах, устанавливаются на национальном уровне.

8.47. Поскольку условия длительного облучения населения со временем медленно изменяются, оценка дозы облучения критической группы основывается на самых последних данных мониторинга окружающей среды в сочетании с простыми равновесными моделями, являющимися скорее реалистичными, а не скрининговыми¹⁰. По мере возможности имеющиеся данные окружающей среды и данные выборочных индивидуальных измерений необходимо использовать для валидации этих моделей.

8.48. Результаты мониторинга окружающей среды и/или индивидуального дозиметрического контроля следует использовать на обоих этапах применения восстановительных мер: во-первых, в качестве исходных данных для определения необходимых восстановительных мер, и во-вторых,

¹⁰ Скрининговые (см. Глоссарий) модели – это простые модели, в которых используются консервативные допущения с единственной целью выявить те радионуклиды и пути облучения, радиологическим значением которых можно пренебречь в отношении облучения населения, обусловленного определенным источником в определенном окружении.

после принятия восстановительных мер для определения их эффективности и необходимости применения дополнительных мер.

Уровни загрязнения окружающей среды

8.49. Результаты измерения радионуклидов для больших партий пищевых продуктов необходимо незамедлительно сравнивать с общими или конкретными уровнями действий с учетом неопределенностей в пробоотборе и измерениях.

Оценка дозы и дозовые критерии облучения населения

Данные мониторинга окружающей среды

8.50. Результаты мониторинга окружающей среды прежде всего применяются для оценки (с использованием простых моделей) средних годовых эффективных доз (доз, связанных с конкретными условиями облучения, или существующих доз – в зависимости от национальных правил и требований), полученных группами населения и критическими группами после того, как были определены главные пути облучения и радионуклиды, составляющие основные доли в суммарных дозах. Оценки доз, которые являются необходимыми для территории, в отношении которой могут потребоваться восстановительные меры, сравниваются с соответствующими дозовыми критериями.

8.51. Связанные с уменьшением доз улучшения, которых ожидается достичь в результате применения восстановительных мер, определяются путем использования коэффициентов, получаемые при экспериментах на местах или из других источников информации. После того, как контрмеры были приняты, выполняется проверочная (подтверждающая) программа мониторинга окружающей среды. Разница между уровнями излучения или концентрациями радионуклидов на тех же самых участках окружающей среды, измеренными до и после принятия восстановительных мер, и при учете неопределенностей в измерениях и радиоактивном распаде, показывает эффективность этих мер.

Данные индивидуального дозиметрического контроля

8.52. В условиях хронического (длительного) облучения, как правило, отсутствует опасность возникновения детерминированного воздействия на здоровье населения, и поэтому необходимо применять методы оценки

доз, основанные на параметрах в наилучшем приближении, а не на консервативных моделях, используемых в аварийных ситуациях.

8.53. Результаты мониторинга для большого числа выбранных лиц в пределах крупной территории дает возможность проверить достоверность широко используемых моделей оценки дозы, которые основываются на данных мониторинга окружающей среды. Для сравнения соответствующих радиологических величин применяется два набора данных (т.е. дозы внешнего облучения за определенные периоды и/или активность радионуклидов во всем теле на момент индивидуальных измерений). При выявлении систематических расхождений в модели оценки дозы вводятся необходимые поправочные коэффициенты.

8.54. Результаты индивидуального дозиметрического контроля жителей определенных территорий, которые подвергаются хроническому (длительному) облучению, можно незамедлительно использовать для выявления критических групп путем прямого сравнения средних контролируемых величин в различных группах населения, отобранных по возрасту, полу, роду занятий и особенностям питания.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА¹¹

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МОНИТОРИНГА

9.1. Применение обеспечения качества является требованием ОНБ (см. [2], пункт 2.29) и должно составлять неотъемлемую часть программ мониторинга источника, мониторинга окружающей среды и индивидуального дозиметрического контроля. Обеспечение качества

¹¹ МАГАТЭ пересматривает требования и руководящие материалы в тематической области обеспечения качества, установленные в Серии изданий по безопасности №50-C/SG-Q (1996), с их заменой на новые нормы безопасности по системам менеджмента для обеспечения безопасности ядерных установок и деятельности, связанных с использованием ионизирующего излучения. В пересмотренных нормах вместо терминов «обеспечение качества» и «программа обеспечения качества», принят термин «система менеджмента». Новые нормы объединят все аспекты системы менеджмента ядерной установки, в том числе требования в отношении безопасности, охраны здоровья, окружающей среды и обеспечения качества в рамках единой согласованной системы.

необходимо для реализации упорядоченного подхода ко всем видам деятельности, влияющим на качество, включая, где это возможно, проверку того, что каждая задача достигла своих целей и того, что были реализованы все необходимые корректирующие действия.

9.2. Эффективная программа обеспечения качества должна удовлетворять как минимум общим требованиям, установленным регулирующим органом в отношении обеспечения качества в области радиационной защиты.

9.3. В целом, программа обеспечения качества должна предусматривать, чтобы:

- a) были определены организационная структура, функциональные обязанности, уровни полномочий и взаимодействия лиц, участвующих в управлении работами, их выполнении и в оценке качества этих работ;
- b) были охвачены все области управления, включая планирование, аспекты календарного планирования и обеспечение ресурсов;
- c) были установлены и поняты рабочие процессы и процедуры;
- d) соблюдались регулирующие требования, относящиеся к мониторингу источника, мониторингу окружающей среды и индивидуальному дозиметрическому контролю;
- e) использовались надлежащие методы пробоотбора и измерения;
- f) был целесообразным выбор природных сред, мест пробоотбора и измерений, а также необходимой частоты отбора проб;
- g) действовали межлабораторные сравнения по методам и приборам на национальном и международном уровне.

9.4. В данном контексте регулирующий орган должен периодически проводить независимый анализ программ лицензиатов или регистрантов по мониторингу источника и мониторингу окружающей среды.

9.5. В частности, программа обеспечения качества должна охватывать следующее:

- a) разработку и реализацию программ мониторинга, включая выбор необходимого оборудования, мест отбора проб и процедур и их документальное оформление;
- b) надлежащее обслуживание, испытание и калибровку оборудования и приборов для обеспечения их правильного функционирования;

- с) применение калибровочных стандартов, которые можно соотнести с национальными и международными стандартами;
- д) механизмы и процедуры контроля качества в целях анализа и оценки общей эффективности программ мониторинга [7] (любые отклонения от нормальных процедур необходимо оформлять документально);
- е) анализ неопределенности;
- ф) требования к ведению учетных записей;
- г) необходимую аттестацию и обучение персонала объектов, на которых они работают.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ ДОЗЫ

9.6. Для поддержания уверенности в достоверности результатов оценки доз необходимо разработать программы обеспечения качества. Такие программы должны как минимум удовлетворять общим требованиям, установленным регулирующим органом в отношении обеспечения качества в области радиационной защиты.

9.7. Меры по достижению конкретных целей должны включаться в программы обеспечения качества. Эти меры включают проверки (рассмотрения) для обеспечения того, чтобы:

- а) выполнялись регулирующие требования, касающиеся оценки доз;
- б) использовались соответствующие результаты мониторинга источника и мониторинга окружающей среды;
- с) для оценки доз использовались соответствующие модели и параметры;
- д) выполнялись необходимые процедуры калибровки, верификации и валидации моделей;
- е) правильно выполнялись расчеты доз;
- ф) имелась в наличии и сохранялась надлежащая документация;
- г) персонал был квалифицированным и обученным.

10. РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

10.1. Согласно ОНБ [2] регистранты и лицензиаты:

- а) «регистрируют результаты мониторинга и оценочных величин облучения» (см. [2], пункт III.11);
- б) «ведут надлежащую регистрацию результатов осуществления программ мониторинга» (см. [2], пункт III.13).

10.2. Регистрация результатов мониторинга и соответствующей информации должна соответствовать задачам программы мониторинга, которые включают требование проводить сравнение измеренных величин с соответствующими установленными уровнями и при необходимости рассчитывать годовую дозу облучения среднего лица из критической группы, а также коллективные дозы.

10.3. Интерпретация результатов процедур мониторинга считается неотъемлемой частью самого мониторинга. Допущения, используемые при получении и интерпретации результатов мониторинга, составляют ключевую часть самих результатов, и их необходимо регистрировать.

10.4. Организация регистрационных записей должна относиться к задачам программы мониторинга, установленным регулирующим органом.

10.5. С тем чтобы мог проводиться аудит данных мониторинга, необходимо регистрировать все соответствующие промежуточные результаты, полученные в процессе анализа, и параметров, используемых для вычисления сообщаемых данных. Необходимо вести регистрацию всех исследований в отношении необычных явлений в окружающей среде.

Данные мониторинга источника

10.6. Данные мониторинга источника следует документировать для регистрации объема и скорости излучения, а также типов, объемов и скорости выброса радионуклидов для демонстрации того, что дозы излучения и скорости выброса, а также годовые сбросы соответствуют полученным разрешениям.

10.7. Подробные записи результатов измерений мощности дозы радиоактивного излучения (включая местоположение, время и используемые приборы) и соответствующих сведений о калибровке приборов должны таким образом сохраняться. Точно также необходимо сохранять подробную информацию об измерениях радионуклидов в аэрозольных и водяных сбросах. Сюда включается информация о точках сбросов, периодах пробоотбора, процедурах анализа радиоактивности и применяемых приборах, а также данные по калибровке приборов. Наряду с соответствующими калибровочными данными сохраняются также подробные данные об измерениях расхода сбросов, которые соотносятся с измерениями радионуклидов.

Данные мониторинга окружающей среды

10.8. Данные мониторинга окружающей среды необходимо документировать для регистрации уровней радиоактивности окружающей среды и концентрации радионуклидов вблизи установки. Эта информация следует использовать для оценки годовой дозы облучения среднего лица из критической группы и коллективных доз, а также для подтверждения соответствия годовых доз предельным дозам, указанным в разрешении на сброс. Когда это целесообразно, эти измерения можно также использовать для демонстрации соответствия контрольным уровням загрязнения окружающей среды, указанным в лицензии. Эти данные используются также для обозначения динамики изменения уровней радиоактивности окружающей среды во времени и для подтверждения того, что концентрации радионуклидов в окружающей среде соответствуют концентрациям, спрогнозированным на основе результатов мониторинга источника.

10.9. Система ведения учетных записей предназначена для сохранения всей необходимой информации об отборе отдельных проб, измерении проб, калибровочных процедурах и о неопределенностях, а также сохранения сводных отчетов о результатах, которые регулярно сообщаются. Следует сохранять аналогичную информацию о пробах, отбираемых для определения радиационного фона.

Данные индивидуального дозиметрического контроля

10.10. Данные индивидуального дозиметрического контроля регистрируются и документально оформляются в целях оценки индивидуальных доз, полученных в течение определенного периода времени, и для подтверждения соответствия этих доз предельным дозам,

указанным в разрешении на сброс. Система ведения учетных записей должна обеспечивать сохранение всей базовой информации, необходимой для целей оценки индивидуальных доз.

10.11. Информация об измерениях доз внешнего облучения людей должна включать личные сведения, дату и время выдачи и получения дозиметра, показания устройства, а также процедуры калибровки и определения радиоактивного фона. Информация в отношении измерений активности радионуклидов в человеческом организме должна включать личные сведения, дату и время измерений, а также активность, обнаруженную в теле человека.

ХРАНЕНИЕ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ

10.12. Регулирующий орган в своих регулирующих требованиях указывает необходимый период хранения записей мониторинга источника, мониторинга окружающей среды и индивидуального дозиметрического контроля. Фактически этот период хранения, как правило, должен быть не меньше времени действия лицензии, включая период вывода установки из эксплуатации, и последующие 30 лет.

11. ОБУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

11.1. Регулирующие органы должны обеспечивать разработку квалификационных норм по профессиям, связанным с мониторингом источника, мониторингом окружающей среды и индивидуальным дозиметрическим контролем, а также процедур по аттестации/оценке квалификации, допуску персонала и аккредитации учебных курсов. Эти нормы должны включать минимальную требуемую в соответствующих случаях квалификацию по методике отбора проб, методике измерений и по интерпретации результатов мониторинга. Регулирующий орган должен проверять соответствие аттестованных специалистов и аккредитованных курсов установленным требованиям [39].

11.2. Эксплуатирующие организации обязаны реализовывать стратегию по формированию профессионализма и компетентности в области мониторинга источника, мониторинга окружающей среды и индивидуального дозиметрического контроля. Эксплуатирующие

организации должны предусматривать обучение требуемого количества персонала соответствующих квалификационных уровней.

11.3. Эксплуатирующие организации разрабатывают учебные программы, соответствующие квалификационным нормам, требуемым регулирующим органом. Учебные программы должны включать курсы по необходимым теоретическим знаниям, по принципам и требованиям в области радиационной защиты, по соответствующим законодательным актам и регулирующим положениям и необходимым технологическим разработкам, а также презентации по примерам практического опыта, накопленного эксплуатирующими организациями и по разбору конкретных случаев. Учебные программы также должны предусматривать демонстрацию аппаратуры, применяемой в мониторинге, соответствующие имитационные модели пробоотбора, измерений на местах, а также проб и интерпретации результатов, посещения различных ядерных установок с целью знакомства с системами мониторинга, а также прохождение стажировки под руководством опытных специалистов. Учебные программы необходимо регулярно корректировать с включением технологических инноваций и современного опыта, полученного при эксплуатации систем мониторинга и, в частности, при анализе отказов оборудования и ошибок персонала.

11.4. Эксплуатирующая организация должна разрабатывать программы переподготовки, которые персонал должен регулярно проходить, с тем чтобы эксплуатирующая организация могла подтвердить, что необходимый уровень компетенции специалистов, занятых мониторингом, постоянно поддерживается.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности, № 111-F, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [2] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий МАГАТЭ по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [3] ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением, включая снятие с эксплуатации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [5] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population, Publication 43, Pergamon Press, Oxford and New York (1985).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Регулирующий контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Методика разработки мероприятий по реагированию на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию, EPR-Method, МАГАТЭ, Вена (2009).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации, IAEA-TECDOC-1162, МАГАТЭ, Вена (2004).

- [10] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Руководство по радиационной защите при авариях ядерных реакторов, IAEA-TECDOC-955, МАГАТЭ, Вена (1998).
- [11] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Руководство по мониторингу при ядерных или радиационных авариях, IAEA-TECDOC-1092, МАГАТЭ, Вена (2002).
- [12] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Планирование и готовность к аварийному реагированию при транспортных авариях, связанных с радиоактивными материалами, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № TS-G-1.2 (ST-3), МАГАТЭ, Вена (2005).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Monitoring in the Mining and Milling of Radioactive Ores, Safety Series No. 95, IAEA, Vienna (1989).
- [14] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНОЕ БЮРО ТРУДА, Оценка профессионального облучения от внешних источников ионизирующего излучения, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.3, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНОЕ БЮРО ТРУДА, Радиационная защита при профессиональном облучении, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.1, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНОЕ БЮРО ТРУДА, Оценка профессионального облучения вследствие поступления радионуклидов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 120, IAEA, Vienna (1996).
- [18] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [19] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: эксплуатация, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [20] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, Publication 82, Pergamon Press, Oxford and New York (1999).
- [21] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [22] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Снятие с эксплуатации блоков атомных электростанций и исследовательских реакторов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (1999).

- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiological Characterization of Shut Down Nuclear Power Reactors for Decommissioning Purposes, Technical Reports Series No. 389, IAEA, Vienna (1998).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Surveillance and Monitoring of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, Safety Reports Series No. 35, IAEA, Vienna (2004).
- [25] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами, образующимися при добыче и переработке руд, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Monitoring and Surveillance of Residues from the Mining and Milling of Uranium and Thorium, Safety Reports Series No. 27, IAEA, Vienna (2002).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Monitoring of Geological Repositories for High Level Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1208, IAEA, Vienna (2001).
- [28] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, Publication 63, Pergamon Press, Oxford and New York (1992).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Rapid Monitoring of Large Groups of Internally Contaminated People Following a Radiation Accident, IAEA-TECDOC-746, IAEA, Vienna (1994).
- [30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment of Doses to the Public from Ingested Radionuclides, Safety Reports Series No. 14, IAEA, Vienna (1999).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Indirect Methods for Assessing Intakes of Radionuclides Causing Occupational Exposure, Safety Reports Series No. 18, IAEA, Vienna (2000).
- [32] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Sampling for Radionuclides in the Environment, ICRU Report 75 (2006).
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna (2001).
- [34] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Publication 71, Part 4. Inhalation Dose Coefficients, Vol. 25 3/4, Pergamon Press, Oxford and New York (1995).
- [35] SIMMONDS, J.R., LAWSON, G., MAYALL, A., Methodology for Assessing the Radiological Consequences of Routine Releases of Radionuclides to the Environment, Rep. EUR-15660-EN, European Commission, Luxembourg (1995).
- [36] EUROPEAN COMMISSION, Council Directive 96/29/Euratom laying down basic safety standards for the protection of the health workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation, EC, Luxembourg (1996).

- [37] Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission, Codex Alimentarius, Vol.1, Section 6.1 (1991).
- [38] ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Руководство по обеспечению качества питьевой воды, третье издание, том 1: рекомендации, ВОЗ, Женева (2004).
- [39] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Повышение компетентности в области радиационной защиты и безопасного использования источников излучения, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.4, МАГАТЭ, Вена (2005).

ГЛОССАРИЙ

Аварийная готовность (emergency preparedness). Способность принимать меры, которые эффективно смягчают последствия аварийной ситуации для здоровья человека и безопасности, качества жизни, имущества или окружающей среды.

Аварийная ситуация (emergency). Нештатная ситуация или штатное событие, которые требуют принятия оперативных мер для смягчения опасности или неблагоприятных последствий для здоровья человека и безопасности, качества жизни, имущества или окружающей среды. Сюда входят ядерные или радиологические аварийные ситуации и обычные аварийные ситуации, такие, как пожары, выход опасных химических веществ, бури, ураганы или землетрясения. Это включает ситуации, в которых оперативные меры необходимы для смягчения воздействий воспринимаемой опасности.

Авария (accident). Любое непреднамеренное событие, включая эксплуатационные ошибки, отказы оборудования или другие происшествия, последствия или потенциальные последствия которых не являются пренебрежительно малыми с точки зрения защиты или безопасности.

Валидация модели (model validation). Процесс определения адекватности модели с точки зрения ее соответствия реальной системе, которая моделируется, путем сверки основанных на данной модели прогнозов с данными наблюдений, полученными на реальной системе.

Вмешательство (intervention). Любое действие, направленное на снижение или предотвращение облучения или вероятности облучения от источников, которые не входят в рамки контролируемой практической деятельности или которые вышли из-под контроля вследствие аварии.

Восстановительные меры (remedial action). Меры, принимаемые в случае превышения указанного уровня действий в ситуации вмешательства, связанной с хроническим облучением, в целях снижения доз облучения, которые могли бы быть получены без принятия этих мер.

Граничная доза (dose constraint). Планируемое ограничение индивидуальной дозы, получаемой от источника, которое применяется

в качестве верхнего граничного значения дозы при оптимизации защиты и безопасности данного источника.

Действующий уровень вмешательства (ДУВ) (operational intervention level). Расчетный уровень, измеренный приборами или определенный лабораторным анализом, который соответствует уровню вмешательства или уровню действий.

Доза (dose). Мера энергии, осажденная в мишени излучением. Поглощенная доза, ожидаемая эквивалентная доза, ожидаемая эффективная доза, эффективная доза, эквивалентная доза или доза на орган в зависимости от контекста.

Дозовый предел (dose limit). Значение эффективной или эквивалентной дозы, полученной отдельными лицами в результате осуществления контролируемой практической деятельности, которое не должно превышать.

Загрязнение (contamination). Наличие радиоактивных веществ на поверхности или внутри твердых тел, жидкостей или в газах (включая человеческий организм), где их присутствие является непредусмотренным или нежелательным, или процесс, приводящий к их появлению в таких местах.

Защитное действие/мера (protective action). Вмешательство, направленное на недопущение или снижение доз для лиц из населения в ситуациях хронического или аварийного облучения.

Индивидуальный дозиметрический контроль (individual monitoring). Мониторинг, при котором измерение производится средствами, носимыми отдельными работниками, или предусматривающий измерение количеств радиоактивных материалов внутри или на поверхности их тела.

Источник (source). Все, что может вызывать радиационное облучение при испускании ионизирующего излучения или выбросе радиоактивных веществ или материалов и может рассматриваться как единый объект для целей обеспечения защиты и безопасности. Например, вещества, выделяющие радон, являются источниками, существующими в окружающей среде, гамма-облучательная установка для лучевой стерилизации является источником, используемым в практической

деятельности с целью сохранения пищевых продуктов, рентгеновская установка может быть источником, используемым в практической деятельности в целях радиодиагностики, а атомная электростанция является частью практической деятельности при производстве электроэнергии с использованием ядерного деления и может рассматриваться в качестве источника (например, применительно к сбросам в окружающую среду) или в качестве группы источников (например, применительно к радиационной защите персонала). Комплексные установки или множество установок, расположенных в одном месте или на одной площадке, для целей применения норм безопасности в надлежащих случаях могут рассматриваться в качестве единого источника.

Калибровка (calibration). Измерение или настройка прибора, элемента или системы в целях обеспечения его должной точности или быстрой реакции.

Контрмера (countermeasure). Действие, направленное на смягчение радиологических последствий аварии. Контрмеры являются формами вмешательства. Это могут быть защитные или восстановительные меры/действия.

Контроль эфлюентов (effluent monitoring). См. «мониторинг источника».

Контрольный уровень (reference level). Уровень действий, уровень вмешательства, уровень расследования или уровень регистрации.

Критическая группа (critical group). Группа лиц из населения, которая является довольно однородной по ее облучению от данного источника излучения и является характерной для лиц, получающих самые высокие эффективные дозы или эквивалентные дозы (по обстоятельствам) от данного источника.

Критический путь (critical pathway). Путь облучения для самой высокой дозы облучения критической группы.

Лицензия (license). Юридический документ, выдаваемый регулирующим органом, дающий разрешение производить конкретные действия, связанные с установкой или деятельностью. Владелец действительной лицензии называется лицензиатом.

Лицо из населения (member of the public). В широком смысле это – любое лицо из населения за исключением ситуаций защиты и безопасности, когда оно подвергается профессиональному или медицинскому облучению. Для целей проверки соблюдения годового предела дозы в отношении облучения населения таким лицом является типичный представитель соответствующей критической группы.

Модель (model). Аналитическое представление или квантификация реальной системы и того, как в этой системе происходят различные явления, которые используются для прогнозирования или оценки поведения реальной системы в заданных (часто гипотетических) условиях.

Мониторинг (Monitoring). Измерение уровня дозы или радиоактивного загрязнения для оценки или контроля облучения в результате воздействия излучения или радиоактивных веществ, а также интерпретация результатов.

Мониторинг источника (source monitoring). Измерение активности радиоактивных материалов, сбрасываемых в окружающую среду или мощности дозы внешнего облучения от источников, имеющих отношение к установке или деятельности.

Мониторинг окружающей среды (environmental monitoring). Измерение мощности дозы внешнего облучения, обусловленного источниками в окружающей среде или концентрациями радионуклидов в природных средах.

Обеспечение качества (quality assurance). Планируемые и систематически проводимые мероприятия, необходимые для обеспечения достаточной уверенности в том, что изделие, процесс или услуга будут удовлетворять заданным требованиям в отношении качества, например требованиям, указанным в лицензии.

Параметры источника выброса (source term). Количество и изотопный состав материала в выбросе (или в постулируемом выбросе) с установки. Используются в моделировании выбросов радионуклидов в окружающую среду, особенно в контексте аварий на ядерных установках или выбросов радиоактивных отходов в хранилищах.

Практическая деятельность (practice). Любая деятельность человека, при осуществлении которой вводятся дополнительные источники облучения или создаются дополнительные пути облучения, либо увеличивается число людей, подвергающихся облучению, либо изменяется структура путей облучения от существующих источников таким образом, что увеличивается либо само облучение, либо вероятность облучения людей, либо число облучаемых людей.

Предел обнаружения или минимальная обнаруживаемая активность (detection limit or minimum detectable activity). Активность, которая, в случае ее присутствия в пробе, дает скорость счета, которая может быть измерена (т.е. сочтена в качестве превышающего фон значения) с определенным уровнем достоверности.

Путь облучения (exposure pathway). Путь, по которому излучение или радионуклиды могут попасть к человеку и привести к его облучению. Путь облучения может быть очень простым, например, как в случае внешнего облучения от аэрозольных радионуклидов, или более сложной цепью, например, в случае внутреннего облучения при потреблении молока коров, которые питались травой, загрязненной радионуклидами.

Радиоактивные сбросы/выбросы (radioactive discharges). Радиоактивные вещества, образующиеся в используемом в рамках какой-либо практической деятельности источнике, которые выбрасываются в окружающую среду в виде газов, аэрозолей, жидкостей или твердых веществ, обычно с целью разбавления и рассеяния.

Регистрация (registration). Форма разрешения на осуществление практической деятельности, связанной с низкими или средними рисками, выдаваемого в тех случаях, когда юридическое лицо, ответственное за данную практическую деятельность, надлежащим образом готовит и представляет регулирующему органу оценку безопасности установок и оборудования. Данная практическая деятельность или использование разрешаются с надлежащими условиями или ограничениями. Требования в отношении оценки безопасности и условий или ограничений, применяемых к такой практической деятельности, должны быть менее строгими, чем те, которые применяются в отношении лицензирования. Владелец действующей регистрации именуется регистрантом.

Регулирующий орган (regulatory body). Компетентный орган или система компетентных органов, назначенных правительством государства с юридическими полномочиями для осуществления процесса регулирования, включая выдачу официальных разрешений, и для регулирования, таким образом, ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки.

Сброс (discharge). Плановый и контролируемый выброс (обычно газообразного или жидкого) радиоактивного материала в окружающую среду.

Скрининг (screening). Вид анализа, предназначенный для исключения из дальнейшего рассмотрения факторов, которые являются менее значимыми для защиты или безопасности, с тем чтобы сосредоточиться на более существенных факторах. Обычно это достигается путем рассмотрения весьма пессимистичных гипотетических сценариев.
—Скрининг, как правило, проводится на ранней стадии, с тем чтобы сузить число факторов, требующих детального рассмотрения при выполнении анализа или оценки.

Уровень вмешательства (intervention level). Уровень предотвращаемой дозы, при котором осуществляются конкретные защитные или восстановительные меры в ситуации аварийного или хронического облучения.

Уровень действий (action level). Уровень мощности дозы или концентрации активности, при превышении которого в условиях хронического облучения или аварийного облучения должны приниматься восстановительные или защитные меры/действия.

Фоновый уровень (background). Доза или мощность дозы (или числовой показатель, связанный с дозой или мощностью дозы), обусловленная всеми источниками, кроме указанного (указанных).

Эксплуатирующая организация (operator/operating organization). Любая организация или любое лицо, которые подают заявление на получение официального разрешения или получили официальное разрешение и/или несут ответственность за обеспечение ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов или безопасности перевозки при осуществлении деятельности или в

отношении любых ядерных установок или источников ионизирующих излучений. В их число входят частные лица, правительственные органы, грузоотправители или перевозчики, лицензиаты, лечебные учреждения, индивидуальные предприниматели и т.п.

Ядерная или радиологическая авария (nuclear or radiological emergency). Аварийная ситуация, при которой имеется или ощущается опасность, обусловленная: а) энергией, высвобождаемой в результате ядерной цепной реакции или распада продуктов цепной реакции; или б) радиационное облучение.

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Anspaugh, L.	Университет Юты, Соединенные Штаты Америки
Балонов, М.	Международное агентство по атомной энергии
Bruno, H.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Chartier, M.	Институт ядерной защиты и безопасности, Франция
Crabol, B.	Институт ядерной защиты и безопасности, Франция
Coverdale, N.	«Бритиш ньюклеар фьюэлз плс», Соединенное Королевство
Gesell, T.	Университет штата Айдахо, Соединенные Штаты Аmericи
Hegde, A. G.	Центр атомных исследований им. Бхабхи, Индия
Ilus, E.	Управление по радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Inoue, Y.	Международное агентство по атомной энергии
Janssens, A.	Комиссия европейских сообществ
Jones, C.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Keenan, N.	Совет по ядерной безопасности, Южная Африка
Krishnamony, S.	Центр атомных исследований им. Бхабхи, Индия
Linsley, G.	Международное агентство по атомной энергии
Martincic, R.	Институт им. Йозефа Стефана, Словения
McKenna, T.	Международное агентство по атомной энергии
Moriuchi, S.	Центр безопасности ядерных технологий, Япония

Pröhl, G.	Центр исследований по окружающей среде и здоровоохранению, Германия
Robinson, C.	Международное агентство по атомной энергии
Sjöblom, K.-L.	Международное агентство по атомной энергии
Schönhofer, F.	Федеральное ведомство по контролю и исследованию пищевых продуктов, Австрия
Voillequé, P.	«МДжП риск ассессмент, инк.», Соединенные Штаты Америки
Wirth, E.	Институт радиационной гигиены Федерального ведомства по радиационной защите, Германия

ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Звездочкой () отмечены члены-корреспонденты. Членам-корреспондентам направляются проекты документов для замечаний, а также другая документация, но они, как правило, не принимают участия в работе совещаний.*

Комиссия по нормам безопасности

Австралия: Loy, J.; Аргентина: Oliveira, A.; Бразилия: Souza de Assis, A.; Германия: Majer, D.; Дания: Ulbak, K.; Египет: Abdel-Hamid, S.B.; Индия: Sukhatme, S.P.; Испания: Azuara, J.A.; Канада: Pereira, J.K.; Китай: Li, G.; Корея, Республика: Eun, Y.-S.; Пакистан: Hashimi, J.; Российская Федерация: Малышев, А.Б.; Соединенное Королевство: Williams, L.G. (председатель); Соединенные Штаты Америки: Virgilio, M.; Франция: Lacoste, A.-C.; Чешская Республика: Drabova, D.; Швейцария: Schmocker, U.; Швеция: Holm, L.-E.; Япония: Abe, K.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Shimomura, K.; Европейская комиссия: Waeterloos, C.; МАГАТЭ: Karbassioun, A.; Международная комиссия по радиологической защите: Holm, L.-E.

Комитет по нормам ядерной безопасности

*Австралия: MacNab, D.; Аргентина: Sajaroff, P.; *Беларусь: Судаков, И.; Бельгия: Govaerts, P.; Болгария: Ганчев, Т.; Бразилия: Salati de Almeida, I.P.; Венгрия: Vöröss, L.; Германия: Feige, G.; *Египет: Hassib, G.; Израиль: Hirshfeld, H.; Индия: Kushwaha, H.S.; Ирландия: Hone, C.; Испания: Mellado, I.; Канада: Hawley, P.; Китай: Wang, J.; Корея, Республика: Lee, J.-I.; Литва: Demcenko, M.; *Мексика: Delgado Guardado, J.L.; Нидерланды: de Munk, P.; *Пакистан: Hashimi, J.A.; *Перу: Ramírez Quijada, R.; Российская Федерация: Баклушин, Р.П.; Соединенное Королевство: Hall, A.; Соединенные Штаты Америки: Mayfield, M.E.; *Таиланд: Tanipanichskul, P.; Турция: Alten, S.; Финляндия: Reiman, L. (председатель); Франция: Saint Raymond, P.; Чешская Республика: Böhm, K.; Швейцария: Aeberli, W.; Швеция: Jende, E.; Южная Африка: Bester, P.J.; Япония: Yamamoto, T.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Hrehor, M.; Европейская комиссия: Schwartz, J.-C.; МАГАТЭ: Bevington, L. (координатор); Международная организация по стандартизации: Nigon, J.L.*

Комитет по нормам радиационной безопасности

Австралия: Melbourne, A.; *Аргентина:* Rojkind, R.H.A.; **Беларусь:* Рыдлевский, Л.; *Бельгия:* Smeesters, P.; *Бразилия:* Amaral, E.; *Венгрия:* Koblinger, L.; *Германия:* Landfermann, H.; *Дания:* Ulbak, K.; **Египет:* Hanna, M.; *Израиль:* Laichter, Y.; *Индия:* Sharma, D.N.; *Ирландия:* Colgan, T.; *Испания:* Amor, I.; *Италия:* Sgrilli, E.; *Канада:* Bundy, K.; *Китай:* Yang, H.; *Корея, Республика:* Kim, C.W.; *Куба:* Betancourt Hernandez, A.; **Мадагаскар:* Andriambololona, R.; **Мексика:* Delgado Guardado, J.L.; **Нидерланды:* Zuur, C.; *Норвегия:* Saxebol, G.; **Перу:* Medina Gironzini, E.; *Польша:* Merta, A.; *Российская Федерация:* Кутьков, В.; *Словакия:* Jurina, V.; *Соединенное Королевство:* Robinson, I. (председатель); *Соединенные Штаты Америки:* Paperiello, C.; **Таиланд:* Pongpat, P.; *Турция:* Uslu, I.; *Украина:* Лихтарев, И.А.; *Финляндия:* Markkanen, M.; *Франция:* Piechowski, J.; *Чешская Республика:* Drabova, D.; *Швейцария:* Pfeiffer, H.J.; *Швеция:* Hofvander, P.; Moberg, L.; *Южная Африка:* Olivier, J.H.I.; *Япония:* Yamaguchi, J.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Lazo, T.; *Всемирная организация здравоохранения:* Carr, Z.; *Европейская комиссия:* Janssens, A.; *МАГАТЭ:* Boal, T. (координатор); *Международная ассоциация по радиационной защите:* Webb, G.; *Международная комиссия по радиологической защите:* Valentin, J.; *Международная организация по стандартизации:* Perrin, M.; *Международное бюро труда:* Niu, S.; *Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации:* Gentner, N.; *Панамериканская организация здравоохранения:* Jimenez, P.

Комитет по нормам безопасности перевозки

Австралия: Colgan, P.; *Аргентина:* López Vietri, J.; **Беларусь:* Зайцев, С.; *Бельгия:* Cottens, E.; *Болгария:* Бакалова, А.; *Бразилия:* Mezrahi, A.; *Венгрия:* Sáfár, J.; *Германия:* Rein, H.; **Дания:* Hannibal, L.; *Египет:* El-Shinawy, R.M.K.; *Израиль:* Koch, J.; *Индия:* Nandakumar, A.N.; *Ирландия:* Duffy, J.; *Испания:* Zamora Martin, F.; *Италия:* Trivelloni, S.; *Канада:* Viglasky, T.; *Китай:* Pu, Y.; *Корея, Республика:* Kwon, S.-G.; *Нидерланды:* Van Halem, H.; *Норвегия:* Hornkjøl, S.; **Перу:* Regalado Campaña, S.; *Российская Федерация:* Ершов, В.Н.; *Румыния:* Vieru, G.; *Соединенное Королевство:* Young, C.N. (председатель); *Соединенные Штаты Америки:* Brach, W.E.; McGuire, R.; **Таиланд:* Jerachanchai, S.; *Турция:* Köksal, M.E.; *Франция:* Aguilar, J.; *Швейцария:* Knecht, B.; *Швеция:* Pettersson, B.G.; *Южная Африка:* Jutle, K.; *Япония:* Saito, T.; *Всемирный институт по ядерным перевозкам:* Lesage, M.; *Европейская комиссия:* Rossi, L.

Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций: Kervella, O.; МАГАТЭ: Wangler, M.E. (координатор); Международная ассоциация воздушного транспорта: Abouchaar, J.; Международная морская организация: Rahim, I.; Международная организация гражданской авиации: Rooney, K.; Международная организация по стандартизации: Malesys, P.; Международная федерация ассоциаций линейных пилотов: Tisdall, A.

Комитет по нормам безопасности отходов

*Австралия: Williams, G.; Аргентина: Siraky, G.; *Беларусь: Роздяловская, Л.; Бельгия: Baekelandt, L. (председатель); *Болгария: Симеонов, Г.; Бразилия: Xavier, A.; Венгрия: Czoch, I.; Германия: von Dobschütz, P.; *Дания: Øhlenschlaeger, M.; *Египет: Al Adham, K.; Al Sorogi, M.; Израиль: Avraham, D.; Индия: Raj, K.; Ирландия: Pollard, D.; Испания: López de la Higuera, J.; Ruiz López, C.; Италия: Dionisi, M.; Канада: Ferch, R.; Китай: Fan, Z.; Корея, Республика: Song, W.; Куба: Benitez, J.; *Мадагаскар: Andriambololona, R.; Мексика: Aguirre Gómez, J.; Delgado Guardado, J.; Нидерланды: Selling, H.; *Норвегия: Sorlie, A.; Пакистан: Hussain, M.; *Перу: Gutierrez, M.; Российская Федерация: Полуэктов, П.П.; Словакия: Конеспу, L.; Соединенное Королевство: Wilson, C.; Соединенные Штаты Америки: Greeves, J.; Wallo, A.; *Таиланд: Wangcharoenroong, B.; Турция: Osmanlioglu, A.; Финляндия: Ruokola, E.; Франция: Averous, J.; Швеция: Wingefors, S.; Швейцария: Zurkinden, A.; Южная Африка: Pather, T.; Япония: Irie, K.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Riotte, H.; Европейская комиссия: Taylor, D.; МАГАТЭ: Hioki, K. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международная организация по стандартизации: Hutson, G.*



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 24

ЗАКАЗ В СТРАНАХ

В указанных 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.

БЕЛЬГИЯ

Jean de Lannoy

Avenue du Roi 202, 1190 Brussels, BELGIUM

Телефон: +32 2 5384 308 • Факс: +32 2 5380 841

Эл. почта: jean.de.lannoy@euronet.be • Сайт: <http://www.jean-de-lannoy.be>

ВЕНГРИЯ

Librotrade Ltd., Book Import

Pesti ut 237. 1173 Budapest, HUNGARY

Телефон: +36 1 254-0-269 • Факс: +36 1 254-0-274

Эл. почта: books@librotrade.hu • Сайт: <http://www.librotrade.hu>

ГЕРМАНИЯ

Goethe Buchhandlung Teubig GmbH

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Düsseldorf, GERMANY

Телефон: +49 (0) 211 49 874 015 • Факс: +49 (0) 211 49 874 28

Эл. почта: kundenbetreuung.goethe@schweitzer-online.de • Сайт: <http://www.goethebuch.de>

ИНДИЯ

Allied Publishers

1st Floor, Dubash House, 15, J.N. Heredi Marg, Ballard Estate, Mumbai 400001, INDIA

Телефон: +91 22 4212 6930/31/69 • Факс: +91 22 2261 7928

Эл. почта: alliedpl@vsnl.com • Сайт: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA

Телефон: +91 11 2760 1283/4536

Эл. почта: bkwell@nde.vsnl.net.in • Сайт: <http://www.bookwellindia.com>

ИТАЛИЯ

Libreria Scientifica "AEIOU"

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milan, ITALY

Телефон: +39 02 48 95 45 52 • Факс: +39 02 48 95 45 48

Эл. почта: info@libreriaaeiou.eu • Сайт: <http://www.libreriaaeiou.eu>

КАНАДА

Renouf Publishing Co. Ltd.

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADA

Телефон: +1 613 745 2665 • Факс: +1 643 745 7660

Эл. почта: order@renoufbooks.com • Сайт: <http://www.renoufbooks.com>

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон: +1 800 865 3457 • Факс: +1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Сайт: <http://www.bernan.com>

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности

107140, Москва, Малая Красносельская ул, д. 2/8, кор. 5, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Телефон: +7 499 264 00 03 • Факс: +7 499 264 28 59

Эл. почта: secnrs@secnrs.ru • Сайт: <http://www.secnrs.ru>

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон: +1 800 865 3457 • Факс: +1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Сайт: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Co. Ltd.

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669-2205, USA

Телефон: +1 888 551 7470 • Факс: +1 888 551 7471

Эл. почта: orders@renoufbooks.com • Сайт: <http://www.renoufbooks.com>

ФРАНЦИЯ

Form-Edit

5 rue Janssen, PO Box 25, 75921 Paris CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 42 01 49 49 • Факс: +33 1 42 01 90 90

Эл. почта: fabien.boucard@formedit.fr • Сайт: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS

14 rue de Provigny, 94236 Cachan CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 47 40 67 00 • Факс: +33 1 47 40 67 02

Эл. почта: livres@lavoisier.fr • Сайт: <http://www.lavoisier.fr>

L'Appel du livre

99 rue de Charonne, 75011 Paris, FRANCE

Телефон: +33 1 43 07 43 43 • Факс: +33 1 43 07 50 80

Эл. почта: livres@appeldulivre.fr • Сайт: <http://www.appeldulivre.fr>

ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА

Suweco CZ, s.r.o.

SESTUPNÁ 153/11, 162 00 Prague 6, CZECH REPUBLIC

Телефон: +420 242 459 205 • Факс: +420 284 821 646

Эл. почта: nakup@suweco.cz • Сайт: <http://www.suweco.cz>

ЯПОНИЯ

Maruzen-Yushodo Co., Ltd.

10-10, Yotsuyasakamachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0002, JAPAN

Телефон: +81 3 4335 9312 • Факс: +81 3 4335 9364

Эл. почта: bookimport@maruzen.co.jp • Сайт: <http://maruzen.co.jp>

Заказы на платные и бесплатные публикации можно направлять непосредственно по адресу:

IAEA Publishing Section, Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency

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

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22530 • Факс: +43 1 2600 29302

Эл. почта: sales.publications@iaea.org • Сайт: <http://www.iaea.org/books>

Обеспечение безопасности с помощью международных норм

«Обязанность правительств, регулирующих органов и операторов во всем мире – обеспечивать полезное, безопасное и разумное применение ядерных материалов и источников излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ предназначены способствовать этому, и я призываю все государства-члены пользоваться ими.»

Юкия Аmano
Генеральный директор

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА
ISBN 978-92-0-405116-2
ISSN 1020-5845