

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Перспективная оценка радиологического воздействия установок и деятельности на окружающую среду

Разработано совместно



IAEA



United Nations
Environment Programme

Общее руководство по безопасности № GSG-10



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

www.iaea.org/ru/resursy/normy-bezopasnosti

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 **ТЕСДОС**. 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.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА
РАДИОЛОГИЧЕСКОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОК
И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральном учреждении 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, № GSG-10

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА
РАДИОЛОГИЧЕСКОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОК
И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

РАЗРАБОТАНО СОВМЕСТНО
МЕЖДУНАРОДНЫМ АГЕНТСТВОМ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
И ПРОГРАММОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ
ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2023 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

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

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)
Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Венский международный центр,
а/я 100,
A1400 Вена, Австрия
Факс: +43 1 26007 22529
Тел.: +43 1 2600 22417
Эл. почта: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

© МАГАТЭ, 2023

Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Июнь 2023 года
STI/PUB/1819

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА РАДИОЛОГИЧЕСКОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОК И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2023 ГОД
STI/PUB/1819
ISBN 978–92–0–441722–7 (печатный формат)
ISBN 978–92–0–441622–0 (формат pdf)
ISSN 1020–5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

Устав МАГАТЭ уполномочивает Агентство «устанавливать или применять ... 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. МАГАТЭ осуществляет это в консультации с компетентными органами Организации Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями. Всеобъемлющий свод высококачественных и регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении является ключевым элементом стабильного и устойчивого глобального режима безопасности.

МАГАТЭ начало осуществлять свою программу по нормам безопасности в 1958 году. Значение, уделяемое качеству, соответствию поставленной цели и постоянному совершенствованию, лежит в основе широкого применения норм МАГАТЭ во всем мире. Серия норм безопасности теперь включает единообразные основополагающие принципы безопасности, которые выработаны на основе международного консенсуса в отношении того, что должно пониматься под высоким уровнем защиты и безопасности. При твердой поддержке со стороны Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм.

Однако нормы эффективны лишь тогда, когда они надлежащим образом применяются на практике. Услуги МАГАТЭ в области безопасности охватывают вопросы проектирования, выбора площадки и инженерно-технической безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасной перевозки радиоактивных материалов и безопасного обращения с радиоактивными отходами, а также вопросы государственной основы, регулирования и культуры безопасности в организациях. Эти услуги в области безопасности содействуют государствам-членам в применении норм и позволяют обмениваться ценным опытом и данными.

Ответственность за деятельность по регулированию безопасности возлагается на страны, и многие государства принимают решения применять нормы МАГАТЭ по безопасности в своих национальных регулирующих положениях. Для сторон различных международных конвенций по безопасности нормы МАГАТЭ являются согласованным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств, вытекающих из этих конвенций. Эти нормы применяются также

регулирующими органами и операторами во всем мире в целях повышения безопасности при производстве ядерной энергии и применении ядерных методов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и научных исследованиях.

Безопасность — это не самоцель, а необходимое условие защиты людей во всех государствах и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Риски, связанные с ионизирующими излучениями, должны оцениваться и контролироваться без неоправданного ограничения вклада ядерной энергии в справедливое и устойчивое развитие. Правительства, регулирующие органы и операторы во всем мире должны обеспечивать, чтобы ядерный материал и источники излучения использовались для всеобщего блага, в условиях безопасности и с учетом мнения общественности. Для содействия этому предназначены нормы МАГАТЭ по безопасности, которые я призываю применять все государства-члены.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Требования к защите людей от вредных последствий облучения ионизирующим излучением, к безопасности источников излучения и к защите окружающей среды установлены в требованиях безопасности МАГАТЭ «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» (Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3). Публикация GSR Part 3 разработана совместно Агентством по ядерной энергии ОЭСР, Всемирной организацией здравоохранения, Европейской комиссией, Международной организацией труда, Международным агентством по атомной энергии, Панамериканской организацией здравоохранения, Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций.

Для того чтобы дать общие рекомендации по выполнению требований GSR Part 3 по защите населения и охране окружающей среды, были подготовлены три соответствующих руководства по безопасности, а именно:

- издание № GSG-8 Серии норм безопасности МАГАТЭ «Radiation Protection of the Public and the Environment» («Радиационная защита населения и окружающей среды»), в котором даются руководящие указания по основам защиты населения и окружающей среды;
- издание № GSG-9 Серии норм безопасности МАГАТЭ «Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment» («Регулирующий контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду»), в котором даются руководящие указания по применению принципов радиационной защиты и целей безопасности, связанных с контролем выбросов, и по процедуре выдачи официальных разрешений на выбросы;
- издание № GSG-10 Серии норм безопасности МАГАТЭ «Перспективная оценка радиологического воздействия установок и деятельности на окружающую среду»), в котором описываются основа и методологии перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду.

Эти три руководства по безопасности подготовлены совместно МАГАТЭ и Программой ООН по окружающей среде — ведущим глобальным природоохранным органом, который определяет глобальную экологическую повестку дня, содействует последовательной реализации экологического аспекта устойчивого развития в рамках системы

Организации Объединенных Наций и пользуется авторитетом как защитник окружающей среды нашей планеты. Рекомендации, содержащиеся в этих трех руководствах по безопасности, наряду с требованиями публикации GSR Part 3, составляют основу для учета экологических факторов при проведении оценки радиоактивных выбросов и управлении ими. В этом контексте Программа ООН по окружающей среде призывает применять эти рекомендации во всех ее государствах-членах и использовать их как основу для разработки национальных положений о защите окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

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 излучения, эксплуатация ядерных установок, производство, перевозка и использование радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами, должна осуществляться в соответствии с нормами безопасности.

Ответственность за регулирование в области безопасности возлагается на 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 представляют собой 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 МАГАТЭ 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.

¹ См. также публикации в серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной 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).

Основы безопасности

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

Требования безопасности

Комплексный и согласованный свод требований безопасности устанавливает требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Эти требования устанавливаются в соответствии с целями и принципами, изложенными в Основах безопасности. Если требования не выполняются, то должны приниматься меры для



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

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 конкретно 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 представлена международная надлежащая практика, и они во все большей степени отражают наилучшую практику, помогающую пользователям достичь высокого уровня безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола «следует».

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Основными пользователями норм безопасности в государствах — членах МАГАТЭ являются 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, применяемых с целью уменьшения существующих радиационных рисков. Они могут использоваться государствами в качестве основы для национальных регулирующих положений в отношении установок и деятельности.

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

Кроме того, нормы безопасности МАГАТЭ формируют основу для услуг МАГАТЭ по рассмотрению безопасности, и они используются МАГАТЭ для повышения компетентности, включая разработку учебных планов и проведение учебных курсов.

Международные конвенции содержат требования, которые аналогичны требованиям, изложенным в нормах безопасности МАГАТЭ, и являются 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 нормы, посвященные 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, не возможно выполнять в полном объеме требования, установленные в нормах безопасности МАГАТЭ. 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 органы, отвечающие за принятие решений, должны также выносить обоснованные суждения, а также должны определять, как обеспечить оптимальный баланс между пользой от принимаемых мер или осуществляемых мероприятий и связанными с ними радиационными рисками и любыми иными негативными последствиями применения этих мер или мероприятий.

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и пять комитетов по нормам безопасности, охватывающих аварийную готовность и реагирование (ЭПРеСК), 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).

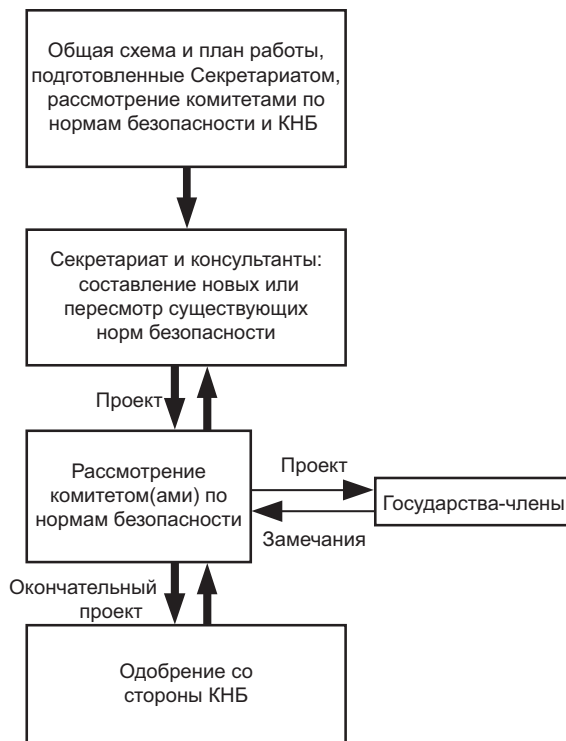


РИС. 2. Процесс разработки новых норм безопасности или пересмотр существующих норм.

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.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

При разработке норм безопасности МАГАТЭ учитываются 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 ядерной и физической безопасности термины следует понимать в соответствии с определениями, приведенными в Глоссарии МАГАТЭ по ядерной и физической безопасности (см. <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>). 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, являющийся 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 не являются неотъемлемой частью основного текста. 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. Посторонний материал, публикуемый в приложениях, приводится в виде выдержек и адаптируется по мере необходимости, с тем чтобы быть в целом полезным.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.6)	1
	Цель (1.7–1.9)	3
	Область применения (1.10–1.24)	5
	Структура (1.25)	10
2.	РАЗЪЯСНЕНИЕ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ (2.1)	11
	Ситуации планируемого облучения: облучение, ожидаемое при нормальной эксплуатации, и потенциальное облучение (2.2)	11
	Процесс принятия государственных решений (2.3, 2.4)	11
	Процесс выдачи официального разрешения (2.5, 2.6)	12
	Оценка воздействия на окружающую среду (2.7–2.9)	12
	Окружающая среда и охрана окружающей среды (2.10–2.12) ...	13
	Оценка радиологического воздействия на окружающую среду (2.13)	14
	Лица из населения (2.14)	14
3.	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (3.1)	15
	Ограничение дозы и граничные значения дозы и риска (3.2–3.5)	15
	Оценка для защиты населения и окружающей среды (3.6–3.10)	16
	Оценка и контроль потенциального облучения (3.11–3.14)	17
	Дифференцированный подход (3.15–3.18)	19
	Трансграничное воздействие (3.19)	20
4.	ОСНОВА ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОК И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (4.1–4.3)	20
	Оценка для процесса выдачи официального разрешения (4.4–4.16)	22

Оценка как часть процесса принятия государственных решений (4.17–4.21)	28
Оценки для других целей (4.22)	30
Информирование о результатах (4.23–4.27)	30
 5. МЕТОДОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	 32
Общие соображения (5.1–5.6)	32
Оценка для защиты населения при нормальной эксплуатации (5.7–5.42)	34
Оценка для защиты населения от потенциального облучения (5.43–5.75)	48
Соображения, касающиеся оценки защиты окружающей среды (5.76–5.81)	61
 6. УЧЕТ ИЗМЕНЧИВОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ОЦЕНКАХ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (6.1–6.9)	 62
 ДОБАВЛЕНИЕ: КРИТЕРИИ РИСКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ	 67
 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	 71
 ПРИЛОЖЕНИЕ I: ПРИМЕР ОБЩЕЙ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ОБЛУЧЕНИЯ ФЛОРЫ И ФАУНЫ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК И ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	 77
 ПРИЛОЖЕНИЕ II: УЧЕТ РИСКА ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ	 90
 СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	 97

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. В 2014 году МАГАТЭ опубликовало издание Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 3 «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» [1]. Издание GSR Part 3 [1] основано на документе Серии норм безопасности МАГАТЭ № SF-1 «Основополагающие принципы безопасности» [2] и рекомендациях Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) [3]. Задача системы радиационной защиты и безопасности, описанной в GSR Part 3 [1], состоит в оценке, регулировании и контроле облучения с целью снизить радиационные риски, в том числе риски последствий для здоровья и риски для окружающей среды, насколько это возможно с практической точки зрения. Защита населения основана на принципах обоснования, оптимизации и ограничения доз, которые были определены МКРЗ [3] и включены в нормы безопасности МАГАТЭ (см. [1, 2]).

1.2. В GSR Part 3 [1] установлено требование о проведении перспективной оценки радиологического воздействия выбросов радионуклидов, образующихся на установках и в результате деятельности, на окружающую среду¹. В настоящем Руководстве по безопасности даются руководящие указания по выполнению требований GSR Part 3 [1], касающихся проведения таких оценок для определенных установок и видов деятельности, если это требуется регулирующим органом, в частности требования, установленного в пункте 3.9 е) GSR Part 3 [1], в котором говорится следующее:

«Любое лицо или любая организация, подающее или подающая заявку на получение официального разрешения: <...> проводит, как этого требует регулирующий орган, надлежащую перспективную оценку радиологических воздействий на окружающую среду, соответствующую радиационным рискам, связанным с данной установкой или деятельностью».

¹ Определение термина «установки и деятельность» дано в SF-1 [2] и в Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности [4]. Это общий термин, охватывающий все ядерные установки и виды использования всех источников ионизирующего излучения. Рекомендации настоящего Руководства по безопасности применимы к определенным установкам и видам деятельности, описанным в пунктах 1.10–1.24.

1.3. Целью перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду является определение того, соответствует ли планируемая установка или деятельность современным законодательным и регулирующим требованиям по защите населения и окружающей среды при всех разумно прогнозируемых обстоятельствах. Такая перспективная оценка предполагает учет облучения, ожидаемого при нормальной эксплуатации, и потенциального облучения в результате аварий, которое определяется и характеризуется посредством анализа безопасности. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду должна быть настолько простой, насколько это возможно, но и настолько сложной, насколько это необходимо для достижения данной цели.

1.4. В соответствии с международно-правовыми документами или национальными законами и нормативными актами государства могут также требовать, чтобы на ранней стадии разработки некоторых установок и видов деятельности выполнялся процесс принятия государственных решений², включая комплексную первоначальную оценку возможного значительного воздействия на окружающую среду. В этом случае оценка радиологического воздействия на окружающую среду является, как правило, частью более общей оценки последствий, которую обычно называют «оценкой воздействия на окружающую среду» или, в общепринятой сокращенной форме, ОВОС. В ходе оценки воздействия на окружающую среду анализируются предполагаемые в будущем биофизические воздействия (в том числе радиологические воздействия), а также социальные, экономические и другие соответствующие воздействия предлагаемой деятельности или установки, прежде чем будут приняты основные решения. Благодаря такой системе результаты оценки радиологического воздействия на окружающую среду, как указывается в настоящем Руководстве по безопасности, могут быть использованы для вынесения обоснованных суждений о приемлемости риска с точки зрения радиационной защиты.

1.5. Настоящее Руководство по безопасности связано с другими публикациями Серии норм безопасности МАГАТЭ, а именно с изданиями № GSR Part 4 (Rev. 1) «Оценка безопасности установок и деятельности» [5]; № GSR Part 7 «Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации» [6]; № GSG-8 «Radiation Protection of the Public and the Environment» («Радиационная защита населения и окружающей среды») [7]; № GSG-2 «Критерии для

² Разъяснение термина «процесс принятия государственных решений» приводится в пункте 2.3.

использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации» [8]; № GSG-9 «Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment» («Регулирующий контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду») [9]. Настоящее Руководство по безопасности следует использовать совместно с этими другими нормами безопасности³.

1.6. Настоящее Руководство по безопасности закладывает общую основу, которая соответствует и может применяться в качестве дополнения к руководящим указаниям, содержащимся в других руководствах по безопасности, в которых устанавливаются рамки для оценки безопасности установок и деятельности и излагается концепция оценки радиологического воздействия на окружающую среду (как часть оценки безопасности), но менее подробно, чем это сделано в настоящем Руководстве по безопасности. В качестве примеров можно привести издания Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSG-3 «The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste» («Обоснование и оценка безопасности обращения с радиоактивными отходами перед захоронением») [13] и № WS-G-5.2 «Оценка безопасности вывода из эксплуатации установок, в которых используется радиоактивный материал» [14].

ЦЕЛЬ

1.7. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации и указания по общей основе для проведения перспективных оценок радиологического воздействия установок и деятельности с целью оценки и контроля радиологического воздействия на население и окружающую среду. Данная оценка радиологического воздействия предназначена для ситуаций планируемого облучения как часть процесса выдачи официального разрешения и, в соответствующих случаях, как часть процесса принятия государственных решений (см. пункт 2.3) в отношении установок

³ МАГАТЭ также выпустило доклад по безопасности, посвященный методам и моделям, которые могут быть использованы для оценки воздействия выбросов радиоактивных материалов в окружающую среду [10], и технические доклады, имеющие отношение к параметрам переноса материалов в окружающей среде [11, 12]. Готовится новая редакция издания Серии докладов по безопасности № 19 [10], которая будет охватывать скрининговые обследования населения на предмет облучения, общие модели и параметры для использования при оценке воздействия радиоактивных сбросов, а также общие модели и параметры для оценки облучения флоры и фауны в результате радиоактивных сбросов с установок и в ходе деятельности.

и деятельности. Охватываемые ситуации включают как облучение, ожидаемое при нормальной эксплуатации, так и потенциальное облучение (см. пункт 2.2).

1.8. Настоящее Руководство по безопасности содержит общие указания и рекомендации относительно содержания перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду, ее использования и процедур ее проведения, призванные стать подспорьем для национальных регулирующих органов, лиц или организаций, ответственных за установки и деятельность, и для других заинтересованных сторон⁴, включая, среди прочего, лиц или организации, обращающиеся за разрешением на эксплуатацию установок и осуществление деятельности либо ответственные за них. В настоящем Руководстве по безопасности признается, что разными государствами применяются разные подходы к выполнению некоторых аспектов оценки радиологического воздействия на окружающую среду. Это объясняется сложностью и многообразием путей решения экологических проблем, которые зависят от характеристик самих установок и деятельности, конкретных условий окружающей среды и национальных норм и обстоятельств.

1.9. На рис. 1–3 (в разделах 4 и 5) и I–1 и I–2 (в приложении I) показаны элементы перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду; они облегчают их логическое описание, но не представляют собой детальную процедуру. Другие важные аспекты, которые следует учитывать при выполнении этих оценок, такие как выбор компьютерных кодов, анализ неопределенности, проверка, обеспечение качества и контроль качества, в настоящем Руководстве по безопасности не рассматриваются.

⁴ В GSR Part 3 [1] термин «заинтересованная сторона» употребляется в широком смысле для обозначения лица или группы лиц, проявляющих интерес к результатам деятельности организации. К числу заинтересованных сторон обычно относятся клиенты, владельцы, операторы, сотрудники, поставщики, партнеры и профсоюзы; регулируемая отрасль или специалисты; научные органы; государственные ведомства или регулирующие органы. Этим термином могут также называться другие государства (например, соседние государства, обеспокоенные возможными трансграничными последствиями).

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.10. Настоящее Руководство по безопасности применяется к тем установкам и видам деятельности, для которых, с учетом их характеристик и согласно национальным или международно применимым нормам, обязательна оценка радиологического воздействия на окружающую среду. Руководство по определению необходимости проведения оценки радиологического воздействия на окружающую среду и степени ее сложности содержится в разделе 4.

1.11. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по перспективной оценке радиационного облучения и радиационных рисков, связанных с радиоактивными выбросами новых или существующих установок и видов деятельности в окружающую среду, в результате которых население и окружающая среда могут подвергнуться радиационному облучению⁵. Для определенных установок и видов деятельности рассматривается радиационное воздействие и радиационный риск для населения в результате прямого внешнего облучения. В настоящем Руководстве по безопасности описывается оценка радиологического воздействия на окружающую среду с использованием общих данных и моделей, данных и моделей для конкретной площадки и сочетания того и другого, в зависимости от обстоятельств.

⁵ Установки и виды деятельности, нуждающиеся в оценке радиологического воздействия на окружающую среду — это те, на которых радиоактивный материал производится, перерабатывается, используется, обрабатывается или хранится в такой форме и в таком объеме, что возникает необходимость в анализе возможного воздействия на население и окружающую среду. Примерами таких установок являются ядерные установки (в том числе атомные электростанции, исследовательские реакторы, установки по производству радиоизотопов, установки по производству источников, хранилища отработавшего топлива, перерабатывающие заводы, установки по обогащению урана, установки по изготовлению ядерного топлива, установки по обращению с радиоактивными отходами перед захоронением, пункты захоронения в эксплуатационный период, а также установки по проведению НИОКР, связанных с ядерным топливным циклом); некоторые предприятия по добыче и переработке сырья, такие как открытые урановые рудники; установки по измельчению или переработке урановых руд. Примерами деятельности являются использование негерметичных источников излучения в промышленных, исследовательских и медицинских целях, а также вывод из эксплуатации определенных установок.

1.12. Рассматриваемое радиационное облучение включает облучение, которое, как ожидается, произойдет в результате нормальной эксплуатации (т.е. в результате разрешенных сбросов или прямого внешнего облучения) и облучение, которое может произойти, но не обязательно произойдет, судя по результатам анализа безопасности⁶ событий и аварий⁷, определенных в GSR Part 3 [1] (т.е. потенциальное облучение).

1.13. В настоящем Руководстве по безопасности нет рекомендаций по эквивалентным перспективным оценкам «отсроченного» облучения, которое может иметь место в период после закрытия пункта захоронения отходов [15], облучения в результате перевозки радиоактивных материалов и облучения при использовании мобильных радиоактивных источников. Специальные руководящие указания по оценке облучения при захоронении и перевозке представлены соответственно в документах Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-23 «The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste» («Обоснование и оценка безопасности при захоронении радиоактивных отходов») [16] и № TS-G-1.3 «Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material» («Программы радиационной защиты при перевозке радиоактивных материалов») [17].

1.14. Как указывается в настоящем Руководстве по безопасности, оценка радиологического воздействия на окружающую среду по своему характеру должна быть перспективной. Например, она может быть проведена перед выбором площадки, при подаче заявки на получение официального разрешения во время строительства и перед началом эксплуатации либо перед выводом из эксплуатации. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду может служить множеству целей, включая создание первоначальной основы для выдачи официального разрешения в части, касающейся защиты населения и окружающей среды, а также в качестве важного вклада в процесс выдачи официального разрешения на осуществление контролируемых сбросов. Процесс утверждения предельных параметров сбросов для оптимизации защиты работников и населения и безопасности освещается в GSG-9 [9].

⁶ «Анализ безопасности» является частью оценки безопасности установок и деятельности [5].

⁷ В Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности МАГАТЭ «авария» определяется как «любое непреднамеренное *событие*, включая ошибки во время *эксплуатации*, *отказы* оборудования и другие неполадки, реальные или потенциальные последствия которого не могут игнорироваться с точки зрения *защиты* или *безопасности*» (курсивом выделены термины, имеющие определение в Глоссарии по вопросам безопасности) [4].

1.15. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду может также проводиться для существующих установок, в эксплуатационные регламенты которых планируется внести изменения, прежде чем будет внесено любое серьезное изменение, влияющее на уровень сбросов или потенциальных выбросов в окружающую среду; если будет сочтено необходимым, оценка радиологического воздействия на окружающую среду может также проводиться в рамках периодического рассмотрения безопасности.

1.16. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду, описанная в настоящем Руководстве по безопасности, не предназначена для ретроспективной оценки радиологического воздействия сбросов, образовавшихся во время эксплуатации, или последствий фактически произошедшей аварии. Тем не менее перспективная оценка потенциального облучения может дать предварительную информацию, которая будет использоваться при оценке опасностей и связанных с ними последствий с целью установления адекватного уровня аварийной готовности и реагирования [6].

1.17. Как указывается в настоящем Руководстве по безопасности, перспективная оценка потенциального облучения в результате эксплуатации установок и осуществления деятельности может потребовать рассмотрения аварий с очень низкой вероятностью возникновения, приводящих к радиологическим последствиям для населения и окружающей среды, и соблюдения критериев потенциального облучения. Однако даже в том случае, если установка или деятельность соответствует этим критериям, это не отменяет необходимости оценки опасностей в части обеспечения готовности и реагирования на ядерную или радиологическую аварийную ситуацию в соответствии с требованиями GSR Part 7 [6]. Другие аспекты последствий крупных аварийных выбросов в окружающую среду, такие как общественные и экономические последствия и нерадиологическое воздействие на окружающую среду и экосистемы, в настоящем Руководстве по безопасности не рассматриваются.

1.18. В настоящем руководстве по безопасности нет детального описания спецификаций и характеристик событий и аварий, которые должны быть рассмотрены при оценке потенциального облучения населения, а также методологии их выбора и анализа; такая спецификация и характеристика, которая должна опираться на системный анализ, должна быть выполнена в рамках оценки безопасности установки или деятельности, о чем говорится в GSR Part 4 (Rev. 1) [5].

1.19. В настоящем Руководстве по безопасности закладывается общая основа и описываются общие аспекты методологии проведения перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду; в настоящем Руководстве по безопасности не описываются во всех подробностях модели, которые должны использоваться, и процедуры сбора и использования данных программ радиологического мониторинга окружающей среды, которые обычно выполняются на предэксплуатационной стадии и эксплуатационной стадии⁸ установки или деятельности. Для целей настоящего Руководства по безопасности предполагается, что мониторинг окружающей среды и источников проводится, в зависимости от обстоятельств, на предэксплуатационной стадии и эксплуатационной стадии и что он дает необходимую информацию для адекватных оценок дозы и для того, чтобы убедиться в правильности моделей и предположений, используемых в перспективной оценке. Перспективная оценка, описанная в настоящем Руководстве по безопасности, также может быть использована для обоснования разработки или модернизации программы мониторинга окружающей среды на конкретной площадке. Руководящие указания по программам мониторинга окружающей среды и источников приведены в документе Серии норм безопасности МАГАТЭ № RS-G-1.8 «Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты» [18], а дополнительная информация — в [19]. Необходимость проведения программ мониторинга окружающей среды для демонстрации соблюдения установленных ограничений на сбросы и общие характеристики таких программ рассматриваются в GSG-9 [9].

1.20. В настоящем Руководстве по безопасности не освещаются вопросы профессионального облучения и медицинского облучения. Рекомендации по этим категориям облучения и их включению в процесс выдачи официальных разрешений представлены в изданиях Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSG-7 «Радиационная защита при профессиональном облучении» [20] и № SSG-46 «Радиационная защита и безопасность при медицинском использовании ионизирующего излучения» [21].

⁸ Программы мониторинга на предэксплуатационной стадии разрабатываются, например, для установления фоновых концентраций активности в окружающей среде и получения информации и данных для целей оценки дозы [18]. Во время эксплуатации установки или осуществления деятельности программы мониторинга вводятся с целью проверки соблюдения ограничений на сбросы, проверки условий эксплуатации, предупреждения о необычных или непредвиденных условиях и проверки прогнозов, сделанных в рамках экологических моделей [18].

1.21. Настоящее Руководство по безопасности касается прежде всего оценки риска радиологического воздействия на здоровье отдельных лиц из населения в связи с радиационным облучением при нормальной эксплуатации и в связи с потенциальным облучением, как того требует GSR Part 3 [1]. Во многих случаях на основании опыта или упрощенного анализа можно сделать вывод о том, что в специальном рассмотрении воздействия на окружающую среду нет необходимости. Это может относиться не ко всем ситуациям, и регулирующий орган может прямо потребовать учета вопросов защиты окружающей среды. В других случаях прямое требование об учете вопросов защиты окружающей среды установлено в национальном законодательстве. Методика прямой оценки радиационного воздействия на флору и фауну, которая может использоваться в соответствии с национальными или международными нормативными принципами защиты окружающей среды, представлена в качестве примера в приложении I.

1.22. В настоящем Руководстве по безопасности не рассматривается процесс «итераций и оптимизации конструкции», который обычно проводится в рамках оценки безопасности обращения с радиоактивными отходами перед захоронением [13]; однако оценка радиологического воздействия на окружающую среду, описанная в настоящем Руководстве по безопасности, может служить отправной точкой для этого процесса.

1.23. Оптимизация защиты и безопасности предусмотрена в GSR Part 3 [1]; процесс оптимизации включает не только учет вопросов защиты населения, но и учет вопросов защиты работников и всех средств безопасности установки или деятельности, например средств, относящихся к обращению с радиоактивными отходами на площадке. В настоящем Руководстве по безопасности рассматривается только оценка облучения населения. Более общие аспекты оптимизации защиты и безопасности рассматриваются в других нормах безопасности МАГАТЭ, например в документе GSG-3 [13], касающемся обращения с радиоактивными отходами перед захоронением. Об оптимизации защиты населения в связи с установлением ограничений на радиоактивные сбросы для установок и деятельности говорится в GSG-9 [9]. Как указывается в настоящем Руководстве по безопасности, результат оценки радиологического воздействия на окружающую среду — это необходимый элемент процесса оптимизации, который будет использоваться для установления ограничений на сбросы.

1.24. Возможные нерадиологические формы воздействия установок и деятельности, которые обычно включаются в оценку воздействия на окружающую среду в рамках процесса принятия государственных решений,

такие как воздействие на население и окружающую среду выбросов других опасных веществ (т.е. химикатов и нагретой воды), последствия строительства установки, воздействие на общественно значимые места (т.е. исторические памятники и культурные объекты), воздействие на биологические виды, находящиеся под угрозой исчезновения, и воздействие на ландшафт, а также другие общественные и экономические факторы в настоящем Руководстве по безопасности не рассматриваются, но должны учитываться государствами в соответствии с национальными и международными положениями, действовавшими на момент принятия соответствующих решений.

СТРУКТУРА

1.25. В разделе 2 разъясняются основные понятия и термины, используемые в Руководстве по безопасности. В разделе 3 изложены требования безопасности для правительства, регулирующего органа и лицензиатов, относящиеся к перспективной оценке радиологического воздействия на окружающую среду. В разделе 4 описывается основа, на которой проводятся такие оценки. В разделе 5 описывается методология, необходимая для проведения перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду для защиты населения при нормальной эксплуатации и при потенциальном облучении, и затрагиваются вопросы защиты окружающей среды. В разделе 6 излагаются соображения, касающиеся изменчивости и неопределенности в оценках радиологического воздействия на окружающую среду. В добавлении представлены критерии риска, установленные соответствующими международными организациями, которые могут быть взяты за основу при определении национальных критериев для учета потенциального облучения. В приложении I представлен пример методологии оценки и контроля облучения флоры и фауны. В приложении II излагаются соображения, касающиеся риска последствий для здоровья и оценки потенциального облучения населения.

2. РАЗЪЯСНЕНИЕ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

2.1. В настоящем разделе разъясняются некоторые понятия и термины, используемые в данном Руководстве по безопасности. Если не указано иначе, понятия и термины следует трактовать в соответствии с определениями, данными в GSR Part 3 [1] или Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности [4].

СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ: ОБЛУЧЕНИЕ, ОЖИДАЕМОЕ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ, И ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

2.2. В пункте 1.20 а) GSR Part 3 [1] «ситуация планируемого облучения» определяется следующим образом:

«ситуация облучения, которая возникает в результате запланированной эксплуатации источника или запланированной деятельности, которая приводит к облучению от источника. <...> В ситуациях планируемого облучения может ожидать облучение на некотором уровне. Если неизбежность облучения не предполагается, но оно может произойти в результате аварии или события, либо последовательности событий, которые могут произойти, но не являются неизбежными, то такое облучение называется "потенциальным облучением"».

Величину и степень этого облучения обычно можно спрогнозировать. Ожидаемое и потенциальное облучение может и должно учитываться на этапе планирования или проектирования [7].

ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ

2.3. В контексте настоящего Руководства по безопасности термин «процесс принятия государственных решений» означает процедуры, выполняемые на всех этапах планирования, подготовки к эксплуатации, эксплуатации и вывода из эксплуатации правительством или правительственными учреждениями, включая регулирующий орган, при принятии решения о возможности реализации, продолжения, изменения или прекращения проекта создания установки или осуществления деятельности. Этот термин

также может применяться к различным областям национальной политики, например к решению вопроса о том, следует ли начинать программу развития ядерной энергетики [22].

2.4. Процесс принятия государственных решений⁹ обычно проводится на ранних стадиях программы развития и в основном для тех установок и видов деятельности, для которых предусмотрена необходимость детальной оценки их возможного воздействия на окружающую среду. Для некоторых ядерных установок и объектов этот процесс принятия решений описывается в национальных или международных нормативных документах термином «оценка воздействия на окружающую среду» (см. пункты 2.7–2.9).

ПРОЦЕСС ВЫДАЧИ ОФИЦИАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ

2.5. «Официальное разрешение» определяется в GSR Part 3 [1] как «выдача регулирующим органом или другим государственным (правительственным) органом письменного разрешения оператору на осуществление конкретной деятельности».

2.6. Официальное разрешение на установку или деятельность в форме регистрации или лицензии [1] может быть выдано для проектирования, размещения, строительства и эксплуатации установки или деятельности; для деятельности по выводу из эксплуатации; для внесения изменений в условия эксплуатации установки или осуществления деятельности.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

2.7. Термин «оценка воздействия на окружающую среду» (или его эквивалент) включен во многие международные документы и национальные законодательные и нормативные акты [23–30]. В контексте настоящего Руководства по безопасности «оценка воздействия на окружающую среду» означает процедуру в рамках процесса принятия государственных

⁹ Термин «процесс принятия государственных решений» охватывает различные термины с аналогичными или эквивалентными значениями, используемые в некоторых государствах, такие как «принципиальное решение», «акт экологической экспертизы» и в некоторых случаях «обоснование», либо связан с этими терминами.

решений, имеющую целью выявление, описание и перспективную оценку воздействия и риска воздействия конкретной предлагаемой деятельности или установки на экологически значимые аспекты¹⁰.

2.8. Последствия, связанные с радиоактивными выбросами установок и деятельности в окружающую среду, которые могут стать предметом оценки воздействия на окружающую среду, обычно включают в себя радиологическое воздействие на здоровье человека и, если это предусмотрено государственными требованиями, радиологическое воздействие на флору и фауну. Нерадиологические последствия, включенные в оценку воздействия на окружающую среду, в настоящем Руководстве по безопасности не рассматриваются, но являются предметом национального и международного регулирования.

2.9. В целом, оценка воздействия на окружающую среду требует участия подателя заявки на предлагаемую установку или деятельность, соответствующих государственных ведомств, регулирующего органа и ряда заинтересованных сторон, в том числе общественности (в некоторых государствах) [22–30].

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.10. В GSR Part 3 [1] «окружающая среда» определяется как «условия, в которых протекает жизнь или развитие людей, животных и растений и которые поддерживают все процессы жизни и развития; в особенности условия, которые подвержены воздействию в результате деятельности человека». Обычно окружающая среда включает в себя экосистемы, состоящие из биотических и абиотических компонентов.

2.11. В определении окружающей среды в GSR Part 3 [1] далее говорится следующее:

«Охрана окружающей среды включает защиту и сохранение: биологических видов нечеловеческой природы — как животных, так и растений, а также их биоразнообразия; товаров и услуг, зависящих от окружающей среды, таких как производство продовольствия и кормов; ресурсов, используемых в сельском хозяйстве, лесоводстве,

¹⁰ В [31] содержится информация об оценках воздействия на окружающую среду в рамках разработки новой ядерно-энергетической программы.

рыболовстве и туризме; благ, используемых в духовной, культурной и рекреационной деятельности; сред, таких как почва, вода и воздух; природных процессов, таких как круговорот углерода, азота и воды».

2.12. Кроме того, в пункте 1.35 GSR Part 3 [1] отмечается:

«...необходимость оценки вопросов охраны окружающей среды при обеспечении гибкости подхода за счет включения в процесс принятия решений результатов экологической экспертизы, соразмерных с радиационными рисками».

ОЦЕНКА РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

2.13. Для целей настоящего Руководства по безопасности оценка радиологического воздействия на окружающую среду — это перспективная оценка ожидаемых и выводимых аналитическим методом радиологических последствий, количественным выражением которой является эффективная доза облучения лиц из населения и которая выполняется как часть процесса выдачи официального разрешения. Результаты оценки радиологического воздействия на окружающую среду сравниваются с заранее установленными радиологическими критериями, которые определены в GSR Part 3 [1]. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду может рассматриваться как один из компонентов оценки воздействия на окружающую среду (как об этом говорится в пунктах 2.7–2.9) в контексте планирования конкретной установки или деятельности.

ЛИЦА ИЗ НАСЕЛЕНИЯ

2.14. В GSR Part 3 [1] «лицо из населения» определяется как «в широком смысле — любое лицо, входящее в контингент населения, за исключением лиц, подвергающихся профессиональному или медицинскому облучению». В пункте 3.27 SF-1 (Принцип 7: Защита нынешнего и будущих поколений) [2] говорится, что «нормы безопасности применяются не только к местному населению, но и к населению, проживающему далеко от установок и территории, на которой осуществляется деятельность» и что «когда последствия могут затрагивать несколько поколений, последующие поколения должны быть адекватным образом защищены и не обязаны сами предпринимать существенные защитные меры».

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

3.1. В настоящем разделе приведены выдержки из SF-1 [2], GSR Part 3 [1] и GSR Part 4 (Rev. 1) [5], устанавливающие соответствующие требования безопасности для защиты населения и окружающей среды, которые необходимо учитывать при проведении перспективных оценок радиологического воздействия на окружающую среду в ситуациях планируемого облучения. Рекомендации по выполнению этих требований приведены в разделах 4 и 5 и в добавлении к настоящему Руководству по безопасности.

ОГРАНИЧЕНИЕ ДОЗЫ И ГРАНИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДОЗЫ И РИСКА

3.2. В SF-1 [2] установлены принципы обеспечения защиты населения и окружающей среды, в настоящее время и в будущем, от вредного воздействия ионизирующего излучения, и в пункте 3.25 (Принцип 6: Ограничение рисков в отношении физических лиц) говорится, что «дозы и радиационные риски должны контролироваться в определенных пределах». Эти принципы применяются к ситуациям, связанным с облучением или возможностью облучения ионизирующими излучениями¹¹.

3.3. В GSR Part 3 [1] говорится, что для ситуаций планируемого облучения уровень облучения и риск для лиц из населения должны находиться под контролем (пункты 2.11, 3.26, 3.27, 3.120 с) и 3.123 б)).

3.4. Требование 12 GSR Part 3 [1] гласит: **«Правительство или регулирующий орган устанавливает пределы дозы для... облучения населения, и зарегистрированные лица и лицензиаты применяют эти пределы».**

¹¹ Принцип ограничения дозы и риска не применяется к ситуациям аварийного облучения и ситуациям существующего облучения, для которых вместо этого используются референтные уровни.

3.5. В пункте 3.120 GSR Part 3 [1], касающемся ответственности в отношении облучения населения, указывается: «Правительство или регулирующий орган устанавливает или утверждает граничные значения дозы и риска, используемые при оптимизации защиты и безопасности лиц из населения». В пункте 3.123 е) GSR Part 3 [1] указывается:

«Регулирующий орган устанавливает или утверждает эксплуатационные пределы и условия, связанные с облучением населения, включая разрешенные пределы сбросов. Эти эксплуатационные пределы и условия: <...> учитывают результаты перспективной оценки радиологических воздействий на окружающую среду, проводимой в соответствии с требованиями регулирующего органа».

ОЦЕНКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.6. Принцип 7 SF-1 [2] гласит: **«Нынешние и будущее население и окружающая среда должны быть защищены от радиационных рисков».**

3.7. В пункте 3.28 SF-1 [2] говорится следующее:

«Нынешняя система радиационной защиты, как правило, предусматривает соответствующую охрану экосистем окружающей человека среды от вредного воздействия радиационного облучения. Общая задача мер, принимаемых в целях охраны окружающей среды, состоит в охране экосистем от радиационного облучения, которое имело бы пагубные последствия для популяций того или иного вида (в отличие от отдельных организмов)».

3.8. В пункте 3.9 е) GSR Part 3 [1] указывается:

«Любое лицо или любая организация, подающее или подающая заявку на получение официального разрешения: <...> проводит, как этого требует регулирующий орган, надлежащую перспективную оценку радиологических воздействий на окружающую среду, соответствующую радиационным рискам, связанным с данной установкой или деятельностью».

В разделе 4 настоящего Руководства по безопасности даются руководящие указания в отношении условий, в которых производится оценка, а в разделе 5 описана методология оценки уровня защиты населения и окружающей среды.

3.9. В пункте 3.15 d) GSR Part 3 [1] установлены обязанности зарегистрированных лиц и лицензиатов в ситуациях планируемого облучения. В нем говорится следующее:

«Зарегистрированные лица и лицензиаты: <...> в отношении источников, на которые они имеют официальное разрешение и для которых регулирующий орган требует проведения перспективной оценки радиологических воздействий на окружающую среду... проводят такую оценку и обновляют ее».

3.10. Требование 31 GSR Part 3 [1] относится к радиоактивным отходам и сбросам. Пункт 3.132 GSR Part 3 [1] гласит:

«Зарегистрированные лица и лицензиаты в надлежащих случаях в сотрудничестве с поставщиками при подаче заявки на получение официального разрешения на сбросы:

- a) определяют характеристики и активность подлежащего сбросу материала и возможные места и методы сбросов;
- b) определяют путем проведения надлежащего предэксплуатационного исследования все значимые пути облучения, которыми сбрасываемые радионуклиды могут привести к повышенному облучению лиц из населения;
- c) оценивают дозы у репрезентативного лица в результате запланированных сбросов;
- d) рассматривают радиологическое воздействие на окружающую среду в комплексе со средствами системы защиты и безопасности, как это требуется регулирующим органом».

ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

3.11. В пункте 3.15 e) GSR Part 3 [1] говорится следующее: «Зарегистрированные лица и лицензиаты: <...> проводят оценку вероятности и величины потенциального облучения, его вероятных последствий и числа лиц, которые могут подвергнуться такому облучению».

3.12. В пункте 3.24 GSR Part 3 [1] указывается:

«...зарегистрированные лица и лицензиаты обеспечивают последовательный учет всех соответствующих факторов при оптимизации защиты и безопасности, который будет способствовать достижению целей:

- a) определения оптимальных в сложившихся обстоятельствах мер по обеспечению защиты и безопасности с учетом имеющихся вариантов обеспечения защиты и безопасности, а также характера, вероятности и величины облучения;
- b) установления на основе результатов такой оптимизации критериев ограничения вероятности и величины облучения посредством мер, направленных на предотвращение аварий и смягчение их последствий в случае возникновения».

3.13. Требование 6 GSR Part 4 (Rev. 1) [5] гласит: «**Возможные радиационные риски, связанные с данной установкой или деятельностью, должны определяться и оцениваться**». В пункте 4.19 GSR Part 4 (Rev. 1) [5] говорится, что эти радиационные риски включают:

«уровень и вероятность радиационного облучения... населения, а также возможный выброс радиоактивного материала в окружающую среду, которые связаны с ожидаемыми при эксплуатации событиями или авариями, ведущими к потере контроля над активной зоной ядерного реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником или любым другим источником излучения».

3.14. В пункте 3.31 GSR Part 3 [1] указывается:

«Оценки безопасности проводятся... с тем чтобы:

- a) определить возможные пути облучения...;
- b) определить ожидаемые вероятность и величину облучения при нормальной эксплуатации и в разумных и практически достижимых пределах оценить потенциальное облучение».

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД

3.15. В пункте 3.24 SF-1 [2] указывается: «Ресурсы, выделяемые лицензиатом на обеспечение безопасности, сфера действия и строгость правил и их применение должны быть соразмерны с масштабами радиационных рисков и возможностью их контролировать».

3.16. В пункте 3.1 GSR Part 4 (Rev. 1) [5] говорится, что для применения принципа 5 (оптимизация защиты) SF-1 [2] «необходимо использовать дифференцированный подход при проведении оценок безопасности в отношении широкого диапазона установок и видов деятельности... ввиду весьма различных уровней возможных радиационных рисков, связанных с ними».

3.17. Требование 6 GSR Part 3 [1] гласит: **«Применение требований настоящих Норм в ситуациях планируемого облучения осуществляется в соответствии с характеристиками практической деятельности или задействованного в ней источника и вероятностью и величиной облучения».**

3.18. В пункте 3.4 GSR Part 4 (Rev. 1) [5] указывается: «При применении дифференцированного подхода к оценке безопасности учитываются также другие соответствующие факторы, такие как полная готовность или сложность установки или деятельности». В пункте 3.6 GSR Part 4 (Rev. 1) [5] далее говорится следующее:

«Необходимо проводить повторную оценку применения дифференцированного подхода по мере развития процесса оценки безопасности и улучшать понимание радиационных рисков, связанных с данной установкой или деятельностью. Сфера охвата и степень детализации оценки безопасности при необходимости затем изменяются, и соответственно корректируется уровень используемых ресурсов».

ТРАНСГРАНИЧНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

3.19. В пункте 3.124 GSR Part 3 [1] рассматривается вопрос об облучении за пределами территории государства, в котором находится источник¹². В нем говорится следующее:

«Когда источник, используемый в рамках практической деятельности, может приводить к облучению населения за пределами территории или другой зоны, находящейся под юрисдикцией или контролем государства, в котором находится источник, правительство или регулирующий орган:

- a) обеспечивает, чтобы оценка радиологических воздействий охватывала воздействия за пределами территории или другой зоны, находящейся под юрисдикцией или контролем государства;

<...>

- c) предусматривает средства и механизмы обмена информацией и консультаций с соответствующим затронутым государством в надлежащих случаях».

4. ОСНОВА ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УСТАНОВОК И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

4.1. Правительство или регулирующий орган должны заранее определить типы установок и деятельности, для которых требуется оценка радиологического воздействия на окружающую среду, либо установить критерии для принятия решения о необходимости такой оценки в каждом конкретном случае. В целом, такая оценка не должна требоваться для

¹² Вопросы защиты населения и окружающей среды от возможного трансграничного воздействия и обязательства по оценке воздействия и обмену информацией между государствами также необходимо рассматривать в более общем контексте соответствующих международных соглашений и конвенций (например, Конвенции Эспо 1991 года [23], ЮНКЛОС 1982 года [24], Орхусской конвенции 1998 года [25] и статьи 37 Договора о Евратоме [32]).

генераторов рентгеновского излучения, небольших лабораторий, служб лучевой диагностики, промышленных применений с использованием закрытых источников и любых других установок или видов деятельности, где источники излучения или генераторы используются, обрабатываются или хранятся в такой форме и в таких объемах, при которых ни при нормальной эксплуатации, ни при авариях не приходится ожидать воздействия на население и окружающую среду.

4.2. Требуемый уровень сложности оценки радиологического воздействия на окружающую среду должен быть также определен правительством или регулирующим органом в национальных законодательных или нормативных актах. Следует учитывать характеристики деятельности или установки исходя из соображений риска для населения и окружающей среды в связи с облучением, ожидаемым при нормальной эксплуатации, и потенциальным облучением. Установки и виды деятельности, изъятые из сферы действия требований¹³ без дальнейшего рассмотрения, не должны требовать проведения оценки радиологического воздействия на окружающую среду для получения официального разрешения даже в том случае, если могла быть проведена общая оценка воздействия на население и окружающую среду для обоснования вывода об изъятии. Если изъятие предоставляется на определенных условиях, следует рассмотреть необходимость проведения оценки радиологического воздействия на окружающую среду.

4.3. Методы, используемые для проведения оценки радиологического воздействия на окружающую среду (например, предположения, концептуальные модели, математические модели, исходные данные), могут различаться в зависимости от сложности установки или деятельности и соответствующих сценариев облучения, и они должны выбираться с учетом требований дифференцированного подхода. Если говорить в целом, то зачастую целесообразнее начать с простой консервативной оценки — например, используя общие исходные данные и предполагая осторожный сценарий облучения, согласно которому население и окружающая среда подвергаются воздействию ионизирующего излучения, — а затем по мере необходимости повышать сложность оценки — например, используя данные по конкретной площадке и более подробные и реалистичные сценарии облучения, — пока не будет сделано четкое и аргументированное заключение. Для большей ясности оценки, описанные в настоящем Руководстве по безопасности, иногда квалифицируются как простые

¹³ Концепция изъятия и общие критерии изъятия для практической деятельности описаны в приложении I к GSR Part 3 [1].

или комплексные. Впрочем, эти термины используются для обозначения двух концов диапазона возможных оценок, и для большого числа видов деятельности и установок подойдет оценка, находящаяся между этими двумя крайними точками.

ОЦЕНКА ДЛЯ ПРОЦЕССА ВЫДАЧИ ОФИЦИАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ

4.4. К факторам, которые важны для определения необходимости и сложности оценки радиологического воздействия на окружающую среду в рамках процесса выдачи официального разрешения, относятся следующие: параметры источника выброса¹⁴, ожидаемые дозы, характеристики деятельности или установки, характеристики места расположения, национальные правила лицензирования конкретной установки или деятельности и этап процесса выдачи официального разрешения (см. таблицу 1). Заявитель должен учитывать эти факторы при подаче заявки в регулирующий орган для рассмотрения и одобрения. Для определенных установок и видов деятельности уровень детальности оценки может быть априори определен регулирующим органом.

4.5. Факторы и элементы, приведенные в таблице 1, должны дать общее представление о том, будет ли целесообразной простая или комплексная оценка радиологического воздействия на окружающую среду. Вообще говоря, оценка, связанная с выдачей официального разрешения на ядерную установку, потребует высокой степени сложности, в то время как для деятельности или установки, предполагающей работу с небольшим объемом радионуклидов, может быть достаточно более простого анализа.

¹⁴ «Параметры источника выброса» — это «количество и изотопный состав радиоактивного материала в выбросе (или постулируемом выбросе) с установки» [4]. Это понятие используется при моделировании выбросов радионуклидов в окружающую среду. Оно также применимо к определенным видам деятельности и, вместе с физическими и химическими свойствами выбрасываемого материала, может иметь значение для моделирования рассеивания в окружающей среде.

ТАБЛИЦА 1. ПРИМЕРЫ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
ТРЕБУЕМЫЙ УРОВЕНЬ СЛОЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ
ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ^a

Фактор	Элемент
Характеристики установки или деятельности	<p>Параметры источника выброса</p> <ul style="list-style-type: none"> — Радионуклиды — Количество (как активность, так и масса/объем) — Форма (химический/физический состав) — Геометрия (размер, форма, высота выброса) — Потенциал выброса: параметры источника выброса существенно различаются при нормальной эксплуатации и при авариях <p>Ожидаемые дозы при нормальной эксплуатации или прогнозируемые дозы при потенциальном облучении</p> <ul style="list-style-type: none"> — Предварительные оценки или предыдущие оценки для аналогичных установок <p>Характеристики безопасности деятельности или установки</p> <ul style="list-style-type: none"> — Типы защитных барьеров и инженерные особенности конструкции — Потенциальная возможность серьезных аварий
Характеристики местоположения	<p>Характеристики площадки установки, связанные с рассеиванием радионуклидов в окружающей среде (например, геологические, гидрологические, метеорологические, морфологические, биофизические характеристики)</p> <p>Наличие и характеристики объектов воздействия (например, демография, образ и условия жизни, флора и фауна)</p> <p>Пути облучения</p> <p>Землепользование и другая деятельность (например, сельское хозяйство, пищевая промышленность, другие отрасли)</p> <p>Характеристики других установок, расположенных поблизости, и возможные внешние события природного и антропогенного происхождения (например, землетрясения, наводнения, промышленные аварии, дорожно-транспортные происшествия)</p>

ТАБЛИЦА 1. ПРИМЕРЫ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТРЕБУЕМЫЙ УРОВЕНЬ СЛОЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ^a

Фактор	Элемент
Характеристики процесса выдачи официальных разрешений на конкретную деятельность или установку	Требования или правила (лицензионные требования) Стадия процесса выдачи официального разрешения

^a Приведенный здесь перечень не претендует на полноту, и суждение о значимости этих факторов при выборе типа оценки должно выноситься экспертами по ядерной и радиационной безопасности из организации заявителя и национальным регулирующим органом.

4.6. Для установок или видов деятельности с относительно стандартизированной практикой, небольшими объемами радионуклидов и низкой вероятностью аварийных выбросов в окружающую среду, которые, впрочем, все же могут оказать определенное воздействие на население и окружающую среду, — например, для больницы с отделением ядерной медицины — регулирующий орган может дать общие указания, определив необходимые элементы, которые должны быть включены в оценку радиологического воздействия на окружающую среду.

4.7. Для ядерных установок, например атомных электростанций и заводов по переработке ядерного топлива, процесс получения официального разрешения будет, вероятно, состоять из нескольких этапов [33]. На этих этапах оценка радиологического воздействия на окружающую среду может обновляться по мере получения более конкретных данных; податель заявки или эксплуатирующая организация установки должны обеспечить предоставление на каждом этапе обновленных результатов оценки радиологического воздействия на окружающую среду для рассмотрения регулирующим органом.

4.8. Рисунок 1 представляет собой адаптированный и модифицированный рисунок 1 из документа Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-12 «Licensing Process for Nuclear Installations» («Процесс лицензирования

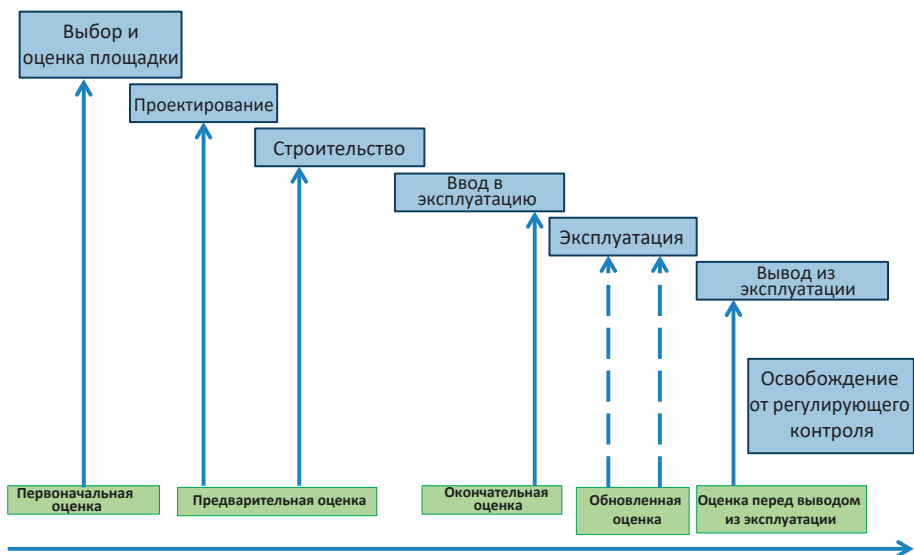


РИС. 1. Этапы жизненного цикла ядерной установки, когда перспективная оценка радиологического воздействия на окружающую среду может сыграть роль в процессе выдачи официального разрешения (адаптировано из SSG-12 [33]).

ядерных установок») [33], и на нем схематично показаны этапы жизненного цикла ядерной установки. Оценки радиологического воздействия на окружающую среду, проводимые до и во время эксплуатации ядерной установки, будут очень похожи, хотя они будут включать в себя с каждым разом все более детализированные и конкретные данные для снижения уровня неопределенности, когда это возможно, и обзор используемых моделей и предположений, когда это будет сочтено необходимым. Сплошные вертикальные стрелки на рис. 1 указывают на те моменты, в которые оценка радиологического воздействия на окружающую среду может быть представлена в регулирующий орган для обсуждения и, в конечном итоге, для утверждения до начала эксплуатации установки или начала вывода из эксплуатации. Пунктирные вертикальные стрелки указывают, когда в регулирующий орган может быть представлена обновленная оценка, если произошли значительные изменения в постулируемом уровне выбросов или в сценариях потенциального облучения на этапе эксплуатации. Горизонтальная стрелка обозначает хронологию.

4.9. Для определения потенциальных районов или мест для установки или деятельности на этапе выбора и оценки площадки должна быть проведена первоначальная оценка радиологического воздействия на окружающую

среду с использованием общих данных. Эта оценка должна охватывать: характеристики площадки и региональные характеристики, которые могут повлиять на безопасность; облучение населения; современное и будущее землепользование; моменты, значимые с культурной и экономической точек зрения; демографические соображения. На этом этапе разные проекты установки могут все еще находиться в процессе рассмотрения, а информация о системах и анализе безопасности проекта может носить ограниченный характер.

4.10. После того как одна или несколько площадок пройдут предварительный отбор, а проект установки обретет более ясные контуры, следует провести предварительную оценку радиологического воздействия на окружающую среду для конкретного места (мест), используя имеющиеся данные по конкретной площадке. В целом в период строительства следует собирать больше информации, имеющей отношение к оценке, включая, в необходимых случаях, результаты измерений параметров окружающей среды и результаты обследований образа и условий жизни, проводимых на площадке и вблизи нее. Оценка должна уточняться по мере эволюции проекта и получения большего объема информации, чтобы в какой-то момент на этапе ввода в эксплуатацию можно было подготовить хорошо обоснованный окончательный отчет об оценке радиологического воздействия — до того, как эксплуатирующая организация подаст окончательную заявку на получение официального разрешения в регулирующий орган. В издании Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSG-16 «Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы» [22] даются руководящие указания по представлению и обновлению оценки радиологического воздействия на окружающую среду в ходе создания инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы.

4.11. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду, выполненная до начала эксплуатации установки или осуществления деятельности, должна использоваться в числе других исходных данных для установления официальных ограничений на сбросы и определения всех остальных эксплуатационных параметров, имеющих отношение к защите населения. Руководящие указания по установлению официальных ограничений на сбросы даны в GSG-9 [9].

4.12. Для уже эксплуатируемых установок и ведущейся деятельности оценка безопасности должна периодически пересматриваться и обновляться через заранее определенные промежутки времени в

соответствии с регулирующими требованиями [5]; этот пересмотр должен включать рассмотрение возможных изменений в предположениях, использованных при выполнении оценки радиологического воздействия на окружающую среду, и результатов программ контроля источников и мониторинга окружающей среды, проводимых в ходе эксплуатации. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду может потребовать пересмотра в случае значительных изменений в характеристиках установки или деятельности либо в характеристиках места расположения (см. таблицу 1).

4.13. В перспективной оценке радиологического воздействия на окружающую среду, проводимой для новой установки, должна учитываться роль в облучении населения других установок, уже эксплуатируемых или намеченных к строительству на рассматриваемой площадке или вблизи нее.

4.14. До начала мероприятий по выводу из эксплуатации для определенных установок и видов деятельности, таких как ядерные установки, установки для обращения с радиоактивными отходами и предприятия по добыче и переработке урана, в целях планирования должна быть проведена перспективная оценка радиологического воздействия на окружающую среду [34].

4.15. Перед освобождением площадки от регулирующего контроля после вывода из эксплуатации может потребоваться пересмотр оценки радиологического воздействия на окружающую среду — в зависимости от окончательного радиологического состояния бывшей установки. Однако для большинства установок и видов деятельности после вывода из эксплуатации ожидаемое облучение и потенциальное облучение будут ничтожно малыми или отсутствовать вовсе, а методы, используемые для оценки этого облучения и определения соответствующих радиологических критериев, будут различаться. Например, при оценке облучения следует придавать больше значения результатам окончательного экологического обследования, а радиологические критерии могут стать критериями выбросов в случае, если регулирующий орган примет решение о неограниченном использовании площадки после вывода из эксплуатации [35].

4.16. Особая ситуация может возникнуть после вывода из эксплуатации некоторых установок и видов деятельности, которые занимают большие территории, таких как предприятия по добыче и переработке урана, где остаточный срок действия источника не может быть ничтожно мал и можно ожидать радиологического воздействия на население и окружающую

среду после закрытия установки или прекращения деятельности. В таких ситуациях оценки радиологического воздействия на окружающую среду должны проводиться на индивидуальной основе, в них должны учитываться конкретные параметры источника и использоваться результаты окончательного обследования, в том числе данные радиологического мониторинга окружающей среды. Регулирующий орган должен рассмотреть необходимость установления ограничений на землепользование, основанных на критериях радиологических выбросов при ограниченном использовании, а также определения ответственных ведомств и уточнения мер ведомственного контроля [35].

ОЦЕНКА КАК ЧАСТЬ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ

4.17. Для определенных установок и видов деятельности оценка радиологического воздействия на окружающую среду требуется как часть процесса принятия государственных решений и может быть включена, например, в процесс оценки воздействия на окружающую среду. Установки и виды деятельности, для которых требуется оценка радиологического воздействия на окружающую среду как часть процесса принятия государственных решений, и уровень сложности оценки радиологического воздействия на окружающую среду должны определяться правительством при содействии регулирующего органа на основе уровня риска облучения, ожидаемого при нормальной эксплуатации, и потенциального облучения, а также других факторов, указанных в таблице 1. В большинстве случаев оценка воздействия на окружающую среду должна проводиться на начальном этапе разработки ядерно-энергетической программы (см. SSG-16 [22]).

4.18. Правительство или регулирующий орган должны установить пороговые значения или критерии для освобождения от требования проводить оценку радиологического воздействия на окружающую среду на таком уровне, чтобы все проекты, связанные с определенным типом установки или деятельности, были освобождены от этого требования, если не ожидается радиологического воздействия ни при нормальной

эксплуатации, ни в аварийных условиях¹⁵. В иных ситуациях, если в нормативных документах указано, что оценка радиологического воздействия на окружающую среду требуется во всех случаях, оценка должна вначале проводиться на основе очень простой консервативной методологии, а затем по мере необходимости ее уровень сложности должен повышаться для достижения обоснованного заключения. Такой подход обеспечит высокий уровень прозрачности, и он соотносится с концепцией дифференцированного подхода.

4.19. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду, выполняемая в рамках процесса принятия государственных решений, обычно проводится на ранних стадиях разработки проекта и, как правило, имеет меньший уровень детальности и использует менее конкретные данные, чем оценка радиологического воздействия на окружающую среду, выполняемая в рамках процесса выдачи официального разрешения; вместе с тем обе оценки радиологического воздействия на окружающую среду должны быть согласованы друг с другом.

4.20. Для некоторых типов установок или деятельности — например, больниц, использующих радионуклиды только для диагностики, или исследовательских лабораторий, использующих небольшие количества радионуклидов — детальная оценка радиологического воздействия на окружающую среду в рамках процесса принятия государственных решений может и не потребоваться, поскольку не ожидается значительного воздействия на окружающую среду ни при сбросах в ходе нормальной эксплуатации, ни при аварийных выбросах; однако национальный компетентный орган может установить собственные требования в отношении необходимости проведения оценки радиологического воздействия на окружающую среду для таких видов деятельности и установок.

4.21. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду в рамках процесса принятия государственных решений может проводиться в один или несколько этапов. Первоначальная оценка может носить достаточно описательный характер и основываться на общих данных и осторожных

¹⁵ В некоторых международных директивных документах, таких как Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте [23] и Директива 2011/92/EU об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду [26], уточняются типы установок и деятельности, для которых необходима оценка воздействия на окружающую среду.

предположениях; дальнейшая оценка может включать в себя более реалистичные модели и информацию по конкретной площадке. Полезным источником информации могут стать общие оценки по аналогичным установкам, уже работающим на других площадках.

ОЦЕНКИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ

4.22. Оператор установки или деятельности может провести оценку радиологического воздействия на окружающую среду с целью внесения усовершенствований в системы безопасности установки или деятельности. Например, в рамках процесса оценки показателей безопасности установки или деятельности оператор может оценить эффективность систем для уменьшения радиоактивных сбросов в окружающую среду (например, аэрозольных фильтров или баков выдержки, используемых при нормальной эксплуатации) или систем для снижения уровня выбросов в случае аварии (например, аварийных фильтров). Для таких оценок следует применять подходы, описанные в настоящем Руководстве по безопасности, чтобы обеспечить учет всех аспектов защиты населения и окружающей среды.

ИНФОРМИРОВАНИЕ О РЕЗУЛЬТАТАХ

4.23. Требование 36 издания Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 1 (Rev. 1) «Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности» [36] гласит, что регулирующий орган должен создать — непосредственно либо через оператора установки или деятельности — эффективные механизмы коммуникации для информирования заинтересованных сторон о возможных радиационных рисках, связанных с установкой или деятельностью, и о процессах и решениях регулирующего органа. Факторы, приведенные в таблице 1, следует учитывать при определении содержания и уровня детальности информации, которая должна быть предоставлена соответствующим заинтересованным сторонам. В зависимости от национальной значимости установки или деятельности в этот процесс должны быть вовлечены как государственные ведомства, так и регулирующий орган, особенно если такая коммуникация считается необходимой для эффективного информирования общественности. В издании Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSG-6 «Communication and Consultation with Interested Parties by the Regulatory Body» («Коммуникация и консультации регулирующего

органа с заинтересованными сторонами») [37] даются руководящие указания по коммуникации и консультациям регулирующего органа с заинтересованными сторонами.

4.24. Перспективная оценка радиологического воздействия на окружающую среду обычно публикуется в технических документах, рассчитанных на лиц, сведущих в данном вопросе. Такими лицами обычно являются эксперты в области ядерной безопасности и радиационной защиты из регулирующих органов, организаций технической поддержки, учреждений общественного здравоохранения или природоохранных агентств. Оценка радиологического воздействия на окружающую среду должна быть хорошо документирована и прозрачна, чтобы ее могла понять более широкая аудитория, которая может не обладать узкоспециализированными знаниями, например общественность и государственные ведомства и министерства, напрямую не связанные с вопросами безопасности и радиационной защиты. Информация об оценке должна быть доступна на соответствующем техническом языке. Кроме того, для некоторых заинтересованных сторон может быть полезным нетехническое резюме, в котором сжато излагается содержание соответствующих глав более узкоспециальных отчетов и приводятся основные выводы оценки.

4.25. Информирование о результатах так же важно, как и выполнение технически грамотной оценки радиологического воздействия на окружающую среду. Для того чтобы результаты можно было оценить в надлежащем контексте, наряду с конкретными результатами в оценку следует включить базовую информацию о радиационных эффектах и аспектах безопасности, относящихся к проектированию, эксплуатации, техническому обслуживанию и надзору за установками и деятельностью.

4.26. Если результаты оценки показывают, что эта информация актуальна не только для данной страны, то этой информацией следует поделиться с соответствующими государствами. Государство, в котором находится установка или ведется деятельность, должно договориться с заинтересованными государствами о средствах для обмена информацией и консультациями, в зависимости от обстоятельств.

4.27. Информация, используемая в качестве основы для оценки радиологического воздействия на окружающую среду, должна быть, насколько это возможно, доступна всем заинтересованным сторонам в интересах повышения прозрачности и укрепления доверия. Вместе с тем некоторая информация может иметь определенное значение с

коммерческой точки зрения или с точки зрения ядерной и физической безопасности (например, схемы расположения установки, информация о последовательности аварий на станции). Такая информация должна быть доступна только регулирующему органу и другим государственным ведомствам и должна считаться конфиденциальной. Обычно правительство на основе консультаций с национальным регулирующим органом и другими профильными национальными организациями должно определять, какая информация может быть предоставлена в распоряжение общественности. Причина ограничения доступа к определенной чувствительной информации должна быть четко разъяснена, чтобы это не было воспринято заинтересованными сторонами как сокрытие сведений, важных для оценки и понимания радиационных рисков для людей и окружающей среды. Ответственность за обеспечение технической обоснованности любой информации ограниченного доступа, используемой в качестве основы для оценки, должны нести государственные органы, наделенные функциями в области ядерной безопасности и физической ядерной безопасности.

5. МЕТОДОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

5.1. В настоящем разделе представлена методология оценки радиологического воздействия на население в результате облучения, ожидаемого при нормальной эксплуатации установок и осуществления деятельности, и потенциального облучения вследствие аварийных сценариев, а также рассматривается вопрос о том, можно ли в ходе оценки учитывать вопросы защиты окружающей среды и если да, то как.

5.2. Поскольку оценка радиологического воздействия на окружающую среду, описанная в настоящем Руководстве по безопасности, является по своему характеру перспективной, потребуется применить математическое моделирование для оценки, к примеру, рассеивания радионуклидов в окружающей среде, переноса радионуклидов через компоненты природной

среды¹⁶, поглощения радионуклидов людьми и биотой в пищевой цепи человека и, наконец, доз облучения людей в результате внешнего и внутреннего облучения. Модели должны соответствовать ситуации, в которой они применяются, и должны проверяться¹⁷. Выбранные для модели предположения и параметры должны быть достаточно подробно описаны и снабжены ссылками, чтобы быть прозрачными и допускать проведение независимой проверки.

5.3. Когда это возможно, выбранные модели должны проверяться путем сравнения результатов расчетов, выполненных при помощи этих моделей, с фактическими данными, полученными в результате измерений для аналогичных сценариев облучения, а если это невозможно, то при помощи процедур сравнительного анализа с другими соответствующими моделями. Программы мониторинга окружающей среды на этапе эксплуатации установки или осуществления деятельности могут использоваться не только для проверки соблюдения ограничений на сбросы и пределов дозы, но и для подтверждения адекватности экологических моделей, использованных в перспективной оценке.

5.4. Для проведения оценки радиологического воздействия на окружающую среду могут использоваться различные методы, в том числе разные инструменты выполнения расчетов и исходные данные. Информация об общих консервативных методах представлена в [10]. Податель заявки должен определить уровень сложности и детальности предлагаемых методов исходя из характеристик установки или деятельности и местоположения (см. таблицу 1). Податель заявки несет ответственность за выбор наиболее подходящих методов в соответствии с руководящими указаниями, данными регулирующим органом. В ходе обсуждений с подателем заявки и другими заинтересованными сторонами национальный регулирующий орган должен

¹⁶ Компоненты природной среды — это, например, воздух, вода, отложения и биота.

¹⁷ Существует ряд современных моделей, применимых к оценке радиологического воздействия на окружающую среду, которые были разработаны и используются различными государствами, а в некоторых случаях предоставляются коммерческими компаниями. МАГАТЭ регулярно осуществляет международные проекты по проверке моделей и данных, в которых часть этих моделей используются для тестирования и сравнительного анализа. Информация о моделях, применяемых в рамках программы МАГАТЭ «Экологическое моделирование в целях обеспечения радиационной безопасности» (ЭМРАС), содержится в [38]; отчеты о моделях, применяемых в рамках программ ЭМРАС II и «Моделирование и данные для оценки радиологического воздействия» (МОДАРИА), находятся в стадии подготовки.

решить, какая методология подходит для выполнения конкретной оценки, и убедиться в том, что принятая методология адекватна для достижения поставленной цели.

5.5. При выборе методов оценки радиологического воздействия на окружающую среду одним из соображений является баланс между объемом работы, которая может быть фактически проведена, и требуемым уровнем детальности. Например, для установки или деятельности с низким уровнем сбросов, приводящим к дозам, близким к критериям освобождения, и низким потенциалом аварии с последствиями для населения и окружающей среды использование детальных методов обычно не требуется. Для таких типов установок или деятельности регулирующий орган, поставщики или профессиональные ассоциации могут разработать общие инструкции, устанавливающие простые и консервативные методы, которые могут быть использованы подателями заявки для оценки. Эти методы должны быть адекватны поставленной задаче и должны надлежащим образом учитывать все аспекты переноса материала в окружающей среде, такие как биологическая аккумуляция.

5.6. Для установок, нуждающихся в проведении комплексных оценок, уровень детальности моделей и используемые для оценки данные могут меняться в процессе принятия государственных решений или в процессе выдачи официального разрешения.

ОЦЕНКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.7. Установки и виды деятельности, в которых используются или перерабатываются радиоактивные источники или материалы, проектируются, строятся, вводятся в эксплуатацию, эксплуатируются или осуществляются, обслуживаются и выводятся из эксплуатации и регулируются на всех этих этапах в целях предотвращения или минимизации выбросов радиоактивных материалов в окружающую среду. Однако в некоторых газообразных или жидких отходах, образующихся при нормальной эксплуатации, можно обнаружить весьма низкое количество остаточных радионуклидов. Из-за больших объемов хранения всего этого остаточного материала на площадке может быть технически сложным, а с учетом низких концентраций активности затраты на это, вероятно, будут чрезмерно высокими и неоправданными с точки зрения радиационной защиты. В некоторых случаях установка или деятельность могут также стать

источником прямого облучения. Для контроля доз облучения населения в соответствии с требованиями безопасности GSR Part 3 [1] должна быть проведена перспективная оценка возможной дозы облучения населения от контакта с газообразными и жидкими сбросами и от прямого облучения, а ее результаты должны быть сопоставлены с установленными критериями.

Подход к оценке

5.8. При проведении оценки радиологического воздействия на население при нормальной эксплуатации используются оценки дозы облучения населения в результате сбросов, образующихся в ходе эксплуатации установки или осуществления деятельности. Компоненты такой оценки показаны на рис. 2. Вообще говоря, первым элементом оценки должна быть характеристика источника излучения в той мере, в какой это

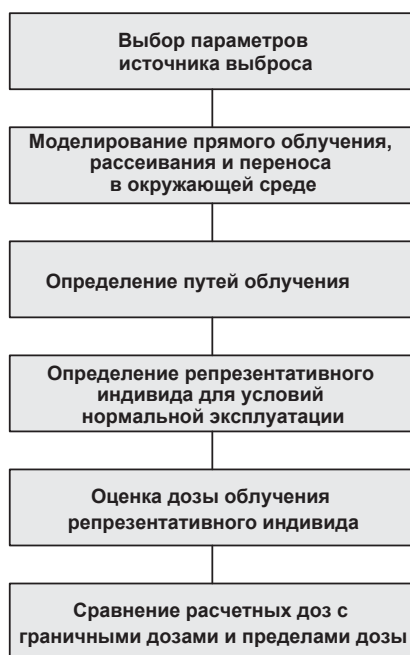


РИС. 2. Компоненты оценки радиологического воздействия на окружающую среду для защиты населения при нормальной эксплуатации. (Данный рисунок не является подробной пошаговой процедурой и дан для иллюстрации элементов оценки и ее более наглядного описания)

имеет отношение к облучению населения. Далее следует рассмотреть рассеивание в окружающей среде и перенос радионуклидов в компоненты окружающей среды, имеющие отношение к установленным путям облучения и местоположению. Затем концентрации активности, оцененные в ряде компонентов окружающей среды, должны быть объединены с соответствующими данными об образе и условиях жизни (например, частотой дыхания, потреблением воды, потреблением пищи) и факторами использования времени (например, временем, проведенным в определенном месте или в помещениях или на открытом воздухе) для расчета поглощения радионуклидов (внутреннее облучение) или внешнего контакта (внешнее облучение) для репрезентативного индивида¹⁸. Поглощение радионуклидов и внешнее облучение должны объединяться с дозиметрическими данными для расчета доз облучения репрезентативного индивида, которые будут сравниваться с соответствующими критериями (например, граничными дозами). Разные компоненты оценки, представленные на рис. 2, описаны в пунктах 5.9–5.42.

Выбор параметров источника выброса

5.9. Параметры источника выброса, выбранные для оценки радиологического воздействия на окружающую среду, должны быть репрезентативными для типа установки или деятельности, являющейся предметом оценки. Должны быть выбраны состав и количество соответствующих радионуклидов с точки зрения радиационной защиты, равно как и путь сброса и физические свойства (т.е. газ, аэрозоль или жидкость) и химические свойства, имеющие значение для переноса радионуклидов в окружающей среде и дозиметрии. Выбросы в атмосферу и в водную среду и прямое облучение должны в соответствующих случаях рассматриваться по отдельности.

5.10. В некоторых случаях, например при оценке радиологического воздействия на окружающую среду для нужд процесса принятия государственных решений либо на начальных этапах процесса выдачи официального разрешения, для предлагаемой установки или деятельности могут использоваться общие параметры источника выброса, основанные на предварительных оценках, опубликованных данных или опыте аналогичных установок или видов деятельности. Информация об общих параметрах источника при нормальной эксплуатации атомных электростанций и

¹⁸ Понятие и характеристики репрезентативного индивида для условий нормальной эксплуатации приведены в пунктах 5.32–5.35.

для других установок и видов деятельности содержится в докладах, опубликованных Научным комитетом Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации [39, 40]. Позднее, когда станет известно больше подробностей о конструкции и эксплуатации установки или планах и осуществлении деятельности, параметры источника выброса должны быть охарактеризованы более точно путем соответствующего инженерного анализа.

5.11. Необходимо учесть общий объем выбросов каждого радионуклида за период, предписанный регулирующим органом; объем выбросов обычно выражается показателями активности, высвобождаемой за год эксплуатации. Для большинства установок и видов деятельности оценка радиологического воздействия на окружающую среду обычно предполагает, что в течение периода эксплуатации, например 30–50 лет, выбросы являются непрерывными и постоянными. Это предположение может быть не всегда верно, поскольку можно ожидать значительных вариаций в уровнях выбросов за короткий период времени: например, в случае прерывистого характера выбросов с установок или в ходе деятельности, в частности сбросов ^{131}I больницами в канализационную сеть и сбросов перерабатывающих заводов и предприятий по переработке материалов, которые обычно работают с отдельными партиями. Если влияние таких прерывистых выбросов значительно, оно должно быть учтено в оценке. Следует также учитывать, что сбросы в окружающую среду могут продолжаться и после прекращения эксплуатации из-за присутствия на установке остаточных радионуклидов.

Моделирование прямого облучения, рассеивания и переноса в окружающей среде

5.12. Прямое гамма-излучение от установки или деятельности и, в некоторых случаях, гамма-излучение от рассеяния в воздухе («небесное сияние»), которое может способствовать внешнему облучению населения, находящегося в непосредственной близости, должно быть включено в оценку и при необходимости оценено на основе моделей или опыта аналогичных установок или видов деятельности (например, результатов программ мониторинга). В случае установок и видов деятельности, использующих только закрытые радиоактивные источники или генераторы излучения, такое прямое облучение может быть единственным источником излучения или наиболее крупным источником излучения при определении

уровня облучения населения. Для других установок и видов деятельности прямое облучение может быть фактором, увеличивающим дозу внешнего облучения населения в непосредственной близости от установки.

5.13. Для прогнозирования рассеивания и переноса радионуклидов через компоненты окружающей среды и к репрезентативному индивиду необходимо использовать различные модели и данные. Следует выбрать процессы, которые имеют наибольшее значение для оценки дозы, и разработать концептуальную модель в форме, отражающей ключевые элементы или компоненты сложной системы, такие как поведение выбрасываемых радионуклидов в окружающей среде. Эта концептуальная модель должна демонстрировать соответствующие пути рассеивания и пути переноса, которые были выявлены.

5.14. Концентрации активности в компонентах окружающей среды (например, в воздухе, отложениях, почве, воде, биоте) в результате постулируемых сбросов радиоактивных материалов должны оцениваться при помощи математических моделей. Были разработаны математические модели разного уровня сложности для оценки рассеивания и переноса радионуклидов; они описаны в [10].

5.15. Два возможных подхода к использованию моделей и данных для оценки состоят в следующем: а) общая и более простая методология, в которой учитывается растворение, рассеивание и перенос радиоактивного материала в окружающей среде, с осторожными предположениями, и б) конкретная и более детальная методология, в которой частично или полностью используются данные по конкретной площадке для оценки концентраций активности в различных компонентах окружающей среды, с более реалистичными предположениями. В некоторых ситуациях для оценки может также подойти сочетание общих моделей с данными по конкретной площадке. Во всех случаях выбранные модели должны быть пригодны для оценки пространственного распределения концентраций активности в окружающей среде и их вариаций во времени. Уровень сложности используемой модели должен быть соразмерен вероятному уровню воздействия установки или деятельности на окружающую среду, и он должен быть предложен и обоснован подателем заявки и одобрен регулирующим органом.

5.16. Выбранные модели должны быть пригодны для моделирования рассеивания, растворения, переноса и накопления радионуклидов и их распада или, при необходимости, других механизмов удаления с учетом

характеристик выбросов, ожидаемых при нормальной эксплуатации установки или осуществлении деятельности. Речь идет о следующих процессах:

- a) рассеивание радионуклидов в атмосфере;
- b) осаждение радионуклидов из атмосферы на поверхность земли или другие поверхности и последующий вторичный перенос радионуклидов;
- c) рассеивание радионуклидов в поверхностных (пресных, солоноватых или морских) и подземных водах;
- d) накопление и последующая ремобилизация радионуклидов в водных отложениях;
- e) попадание радионуклидов в растения и животные, составляющие пищевую цепь человека, и их накопление в пищевой цепи.

5.17. В моделях, используемых для оценки концентраций активности в компонентах окружающей среды, должны учитываться физико-химические свойства сбросов. Например, следует оценить эффективную высоту выброса, влияние находящихся вблизи зданий на рассеивание выбросов или влияние местной батиметрии (для водоемов). Следует также учитывать механизмы удаления или накопления, такие как распад материнских радионуклидов и рост продуктов радиоактивного распада, мокрое и сухое осаждение и седиментация.

5.18. Для установок или видов деятельности, требующих простых оценок, данные о метеорологических и гидрологических условиях, используемые в качестве исходных данных в моделях, могут иметь общий характер и основываться на опубликованных данных или сведениях из национальных архивов. Метеорологические и гидрологические условия, используемые в более сложных оценках, должны быть соответствующими и учитывать специфику рассматриваемой площадки; кроме того, желательно использовать усредненные значения этих данных за несколько лет (по крайней мере за три-пять лет). Такие данные могут иметься на самой площадке либо могут быть получены на близлежащих метеорологических или гидрологических станциях.

5.19. В целом, можно использовать гауссовские модели рассеивания в атмосфере [10], особенно в тех случаях, когда в силу географических характеристик рассматриваемых площадок можно предположить простые сценарии рассеивания (например, в случае относительно ровной местности), а люди, которые с большей вероятностью получают самые

высокие дозы, живут или предположительно живут в радиусе 10 или 20 км от точки выброса. Однако для более сложных условий рассеивания — например, для установок, расположенных вблизи горных районов или зон, где предполагаются сложные циркуляции местных воздушных потоков — могут потребоваться более сложные модели рассеивания. В любом случае прогнозы должны, насколько это возможно, основываться на реалистичных предположениях и на осторожных предположениях — когда неопределенность или изменчивость данных не позволяют применить эти реалистичные предположения. Если на момент оценки местоположение установки уже определено, в предположениях должны учитываться условия конкретной площадки. Если местоположение установки еще не определено, следует использовать общую информацию на региональном уровне, пока не станут известны более подробные сведения о точном местоположении.

5.20. Радионуклиды могут попадать в пресную воду, эстуарии или морскую среду. Радионуклиды, сбрасываемые в водоемы, рассеиваются или концентрируются в результате таких природных процессов, как движение воды и седиментация. Многие зависят от местных характеристик водной среды, и поэтому создать обобщенную модель для водных сбросов не представляется возможным. Например, информация, используемая при моделировании водного рассеивания в реке, должна включать в себя как минимум размеры реки и скорость ее течения [10]. Модели должны быть пригодны для оценки концентраций активности в толще воды и в отложениях. На основе этих оценок можно в соответствующих случаях рассчитать концентрации активности в морепродуктах, таких как рыба, моллюски и ракообразные, а также внешнее облучение от отложений на побережье или на берегах рек.

5.21. В случае с некоторыми установками и видами деятельности может происходить сброс жидких радиоактивных отходов в канализационную сеть, после чего сточные воды направляются на очистные сооружения. Используемые при оценке доз от таких сбросов модели должны быть пригодны для оценки переноса радионуклидов через канализационную сеть и их последующего выброса в окружающую среду (например, с использованием компонентных моделей¹⁹). Радионуклиды могут сбрасываться вместе с очищенными стоками в реки или прибрежные воды; в этом случае должны использоваться модели с характеристиками,

¹⁹ Компонентные модели — это модели, используемые для отображения различных процессов переноса между компонентами какой-либо системы, где каждый компонент считается однородным образованием.

указанными в пункте 5.20. Кроме того, радионуклиды могут быть связаны с осадком сточных вод, который обрабатывается различными способами, включая его повторное использование в качестве структурообразователя и удобрения почвы на сельскохозяйственных землях, обработку или удаление путем сжигания или перевозку на полигон бытовых отходов. Должны использоваться адекватные модели для оценки переноса радионуклидов, присутствующих в осадке сточных вод, в наземные пищевые цепи и в атмосферу в результате вторичного переноса, в зависимости от ситуации. Может также потребоваться оценка облучения работников, занятых эксплуатацией канализационных сетей, и работников очистных сооружений.

5.22. При постоянном сбросе радионуклидов они накапливаются в окружающей среде до того момента, когда можно предположить установление равновесных условий. Оценки дозы должны быть рассчитаны для того времени, в которое ожидается наивысший уровень радиационного облучения. Концентрации активности в компонентах окружающей среды, которые используются для оценки доз, должны быть репрезентативными для условий, когда накопление может считаться максимальным. Например, если ожидается, что установка будет эксплуатироваться в течение 30 или 40 лет, дозу следует оценивать для 30-го или 40-го года, чтобы учесть максимальный уровень накопления в окружающей среде. Для установок или видов деятельности, связанных с выбросом долгоживущих радионуклидов, максимальное облучение может иметь место намного позднее момента прекращения эксплуатации, например в результате медленных процессов миграции радионуклидов в окружающую среду по окончании периода эксплуатации. Эта возможность должна учитываться в оценке.

5.23. Следует учитывать увеличение дозы, обусловленное действием продуктов радиоактивного распада в цепочках распада. В некоторых случаях продукты распада могут быть более значимыми в радиологическом отношении, чем материнский радионуклид, и поэтому важно принимать во внимание рост таких продуктов распада. Примерами продуктов распада, которые являются более значимыми в радиологическом отношении, чем их материнские радионуклиды, являются урановый ряд и ^{241}Pu , который в процессе распада превращается в ^{241}Am . Предположения и подходы, используемые в отношении продуктов радиоактивного распада, в том числе исключение этих продуктов из рассмотрения в соответствующих случаях, должны быть обоснованы.

5.24. Попадание радионуклидов из окружающей среды в растения и животных, составляющих пищевую цепь человека, должно оцениваться с использованием общих параметров переноса, таких как коэффициенты переноса для пищевых продуктов в наземных, морских и пресноводных экосистемах, приведенные в [10–12]. При необходимости уточнения оценки — например, когда дозы, первоначально оцененные с использованием общих коэффициентов переноса, превышают выбранные критерии дозы или близки к ним — может потребоваться использование коэффициентов переноса, основанных на измерениях, выполненных на конкретной площадке; однако такие коэффициенты переноса, основанные на измерениях на конкретной площадке, может быть трудно получить для нужд перспективной оценки. Регулирующий орган должен решить, следует ли использовать в оценке данные измерений, выполненных на конкретной площадке. Неопределенность параметров переноса, возникающая из-за отсутствия данных по конкретной площадке, может быть компенсирована использованием общих данных с осторожными предположениями, хотя такие предположения не должны быть излишне пессимистичными.

5.25. Для установок, требующих комплексной оценки, предварительная оценка рассеивания и переноса в окружающую среду на начальных этапах процесса выдачи официального разрешения может быть выполнена на основе простых консервативных моделей и метеорологических и гидрологических данных, общих для данного региона (например, опубликованных данных или сведений из архивов ближайших метеорологических или гидрологических станций, которые иногда могут находиться в десятках или нескольких сотнях километров от площадок). На более поздних этапах процесса выдачи официального разрешения следует использовать метеорологические и гидрологические данные, полученные в результате измерений, проведенных на площадке или в непосредственной близости от места расположения установки, по мере поступления таких данных. Такие местные измерения обычно выполняются на этапах обследования площадки и строительства. Требования и рекомендации в отношении типа и детальности данных, которые должны быть доступны на более поздних этапах процесса лицензирования, содержатся в документах Серии норм безопасности МАГАТЭ № NS-R-3 (Rev. 1) «Оценка площадок для ядерных установок» [41]; № SSG-18 «Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations» («Учет метеорологических и гидрологических опасностей при оценке площадок для ядерных установок») [42]; № NS-G-3.2 «Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций» [43].

Определение путей облучения

5.26. Дозы должны рассчитываться для нескольких путей облучения, которые считаются значимыми для сбросов в окружающую среду при конкретных сценариях. В нижеследующих пунктах указаны возможные пути облучения — как внутреннего, так и внешнего, — которые могут быть приняты во внимание.

5.27. Возможные пути облучения при выбросах радионуклидов в атмосферу и поверхностные воды при нормальной эксплуатации (как правило, такими ядерными установками, как атомные электростанции) включают в себя, к примеру, следующее:

- a) вдыхание материала, находящегося в факеле выбросов (газы, пары, аэрозоли);
- b) вдыхание материала, подвергшегося вторичному переносу;
- c) употребление в пищу сельскохозяйственных культур;
- d) употребление в пищу продуктов животного происхождения (молока, мяса, яиц);
- e) употребление питьевой воды;
- f) употребление в пищу морепродуктов (пресноводной или морской рыбы, ракообразных, моллюсков);
- g) употребление в пищу даров леса (лесных грибов, лесных ягод, дичи);
- h) употребление грудного молока или пищи местного приготовления младенцами;
- i) случайное проглатывание почвы и отложений;
- j) внешнее облучение от радионуклидов в факеле выбросов (излучение от облаков);
- k) внешнее облучение от радионуклидов, выпавших на землю (излучение от грунта) и на поверхности;
- l) внешнее облучение от радионуклидов в воде и отложениях (т.е. от деятельности на побережье, купания и рыбалки).

5.28. Возможные пути облучения при сбросах в канализационную сеть при нормальной эксплуатации (как правило, больницами с отделениями ядерной медицины) включают в себя следующее:

- a) вдыхание высушенного осадка сточных вод, подвергшегося вторичному переносу;
- b) внешнее облучение от радионуклидов, содержащихся в высушенном или мокром осадке сточных вод;

- с) употребление в пищу продуктов, которые затронуло использование обработанного осадка сточных вод в сельскохозяйственных целях.

5.29. В случае с некоторыми установками или видами деятельности источники излучения могут привести к увеличению доз внешнего облучения лицами из населения, проживающими в непосредственной близости от установки²⁰. Дополнительные пути облучения, которые надлежит учитывать, включают в себя следующее:

- а) внешнее облучение как результат прямого облучения от источников излучения, хранящихся на установке (например, от отработавшего топлива или радиоактивных отходов);
- б) внешнее облучение как результат прямого облучения от источников, используемых на установке (например, от промышленных облучателей);
- с) внешнее облучение как результат прямого облучения от установки (например, от ядерных или радиоактивных компонентов установки или второстепенных компонентов, таких как хранящиеся отходы, системы охлаждения или парогенераторы).

5.30. В зависимости от сценариев облучения и характеристик площадки в оценку, возможно, потребуется включить не все пути облучения, перечисленные в пунктах выше. В отдельных случаях могут быть выявлены дополнительные пути. Удельный вес того или иного пути облучения в общей дозе зависит от соответствующих радионуклидов, данных об образе жизни, времени пребывания в том или ином месте и других характеристик рассматриваемой группы населения. Поэтому некоторые пути облучения могут быть исключены из оценки на том основании, что связанные с ними дозы оцениваются как несуществующие или ничтожно малые. Решение об исключении отдельных путей облучения из рассмотрения должно быть обосновано.

5.31. В некоторых обстоятельствах возможно использование общих значений для расчета доз при употреблении в пищу продуктов питания, но только для очень общих категорий. Например, дозы, как правило, могут

²⁰ Работникам, подвергающимся радиационному облучению от источников, которые не имеют прямого отношения к их работе, должен предоставляться такой же уровень защиты, как и лицам из населения (см. пункт 3.78 GSR Part 3 [1]). Таким образом, для целей оценки радиологического воздействия на окружающую среду такие работники на площадке рассматриваются как лица из населения.

быть рассчитаны только для употребления в пищу сельскохозяйственных культур — без возможности уточнить, какие виды культур скорее всего будут употребляться в пищу. Однако если обследования проводились вблизи площадки, то может быть целесообразно использовать значения по конкретной площадке для культур, фактически произрастающих в этом регионе.

Определение репрезентативного индивида для условий нормальной эксплуатации

5.32. Доза облучения репрезентативного индивида²¹ должна рассчитываться с использованием выбранных характеристик репрезентативной группы лиц из населения, которые подвергаются наиболее высокому облучению. В публикации 101 МКРЗ [44] даются рекомендации по характеристикам репрезентативного индивида.

5.33. Характеристики репрезентативного индивида должны быть указаны подателем заявки в соответствии с национальными нормативными актами и по согласованию с регулирующим органом. Например, регулирующий орган может потребовать использования более детальных и относящихся к конкретной площадке данных об образе жизни в оценках, проводимых для определенных типов установок или на более поздних этапах процесса выдачи официального разрешения.

5.34. Данные об образе жизни репрезентативного индивида должны отражать привычки, типичные для населения региона, где находится установка, или государства в целом. Данные об образе жизни, используемые в оценке, могут быть получены из статистической информации, собираемой на национальном, региональном или международном уровнях, либо, если это возможно, из результатов обследований, проведенных в месте или

²¹ Понятие репрезентативного индивида определено МКРЗ для целей радиационной защиты. В документе GSR Part 3 [1] репрезентативный индивид определяется как «лицо, получившее дозу излучения, которая репрезентативна для наиболее высоко облученных индивидуумов в популяции». Репрезентативный индивид не является фактическим членом популяции, а представляет собой эталонного индивида, определенного с использованием дозиметрических моделей и данных об образе жизни, характерных для лиц, подвергающихся наиболее высокому облучению, и используется при вынесении заключений о соблюдении дозовых ограничений или в перспективных оценках. Репрезентативный индивид, который должен использоваться для целей оценки и контроля облучения вследствие сбросов при нормальной эксплуатации, определяется в национальных законодательных или нормативных актах некоторых государств.

вблизи места, где будет эксплуатироваться установка. Данные об образе жизни включают показатели потребления пищи и питьевой воды, а также показатели интенсивности вдыхания воздуха. Важной характеристикой при оценке доз облучения репрезентативного индивида является предполагаемое местонахождение репрезентативного индивида (например, его или ее удаленность и направление от точки выброса радионуклидов). Также важно, где репрезентативный индивид получает пищу, какова процентная доля потребляемой пищи местного или регионального происхождения, какое время он проводит в различных местах, а также сколько времени он проводит на открытом воздухе и в помещении. Место проживания репрезентативного индивида может определяться на основе места жительства реального лица или группы лиц или предполагаемого лица или группы лиц, проживающих в месте, выбранном с использованием осторожных предположений (например, рядом с ограждением или в районе, где можно ожидать наибольшего осаждения радионуклидов на грунте).

5.35. Следует учитывать факторы, снижающие уровень радиационного облучения в местах проживания людей, такие как уровень экранирования или фильтрации, обеспечиваемый зданиями, в которых предполагается проживание.

Оценка дозы облучения репрезентативного индивида

5.36. Радиологическое воздействие на население должно оцениваться при помощи индивидуальной эффективной дозы облучения репрезентативного индивида, которая представляет собой сумму ожидаемой эффективной дозы от поглощения радионуклидов²² (т.е. от внутреннего облучения при употреблении пищи и вдыхании) и эффективной дозы от внешнего облучения [1, 3]. Дозы от внутреннего облучения рассчитываются на основе дозовых коэффициентов от поглощения радионуклидов при употреблении пищи и вдыхании, которые дают ожидаемую эффективную дозу на единицу активности поглощения, выраженную в зивертах на беккерель (Зв/Бк). Табличные значения дозовых коэффициентов, применимых к лицам из населения, имеются в ряде публикаций [1, 45]. Период ожидания, принятый МКРЗ для расчета дозовых коэффициентов, представленных в [1, 45],

²² «Ожидаемая доза» — это доза в течение жизни, ожидаемая от данного поглощения. Дополнительная информация представлена в предыдущем руководстве МАГАТЭ: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents into the Environment, IAEA Safety Series No. 77, IAEA, Vienna (1986).

составляет 50 лет для поглощения радионуклидов взрослыми и 70 лет для поглощения радионуклидов детьми. Существуют стандартные модели для расчета эффективной дозы внешнего облучения, а также справочники по дозовым коэффициентам [1, 46].

5.37. Дозовые коэффициенты для внутреннего облучения приводятся для разных возрастных групп [1, 45]. Если существуют обстоятельства, в которых определенная возрастная группа может подвергнуться более высокому облучению, то эта возрастная группа должна быть учтена в оценке. Применение разных дозовых коэффициентов для разных возрастных групп должно быть сопоставлено с возможностью прогнозирования концентраций радионуклидов в окружающей среде от какого-либо источника и возможностью учета неопределенностей в данных об образе жизни облученных индивидов. Неопределенности в оценках дозы, особенно при перспективных расчетах, обычно не уменьшаются существенным образом за счет увеличения числа возрастных групп, для которых имеются дозовые коэффициенты [44]. Характеристики возрастных групп должны быть основаны на сценариях облучения для установки и деятельности на рассматриваемой площадке. В большинстве случаев достаточно рассчитать дозы для двух-четырех возрастных групп (например, годовалых младенцев, 10-летних детей, взрослых). Облучение эмбриона или плода и младенцев, находящихся на грудном вскармливании, может потребовать отдельного рассмотрения, особенно в случае выбросов значительных количеств радиоактивного иода.

Сравнение расчетных доз с граничными дозами и пределами дозы

5.38. Для целей сравнения с оценками дозы правительство или регулирующий орган обязаны установить или утвердить граничную дозу ниже предела дозы для лиц из населения [1]. В GSG-8 [7] даются руководящие указания по определению и использованию граничных доз для защиты лиц из населения в ситуациях планируемого облучения.

5.39. В документе GSR Part 3 [1] требуется, чтобы в качестве предела для лиц из населения в ситуациях планируемого облучения была установлена годовая эффективная доза в 1 мЗв. В особых обстоятельствах, если средняя доза за пять лет подряд не превышает 1 мЗв, может применяться более высокое значение дозы за отдельный год. Граничные дозы должны выбираться таким образом, чтобы находиться в диапазоне от 0,1 до < 1 мЗв в год, и они могут быть разными для разных установок и видов деятельности или сценариев облучения [7]. Правительство или регулирующий орган

может установить общее значение граничной дозы для определенных типов установок или деятельности и конкретную граничную дозу (выше или ниже общей дозы) для конкретного случая [9].

5.40. Поскольку граничные дозы относятся к одному источнику, регулирующий орган, устанавливая конкретную граничную дозу для установки или деятельности, должен учитывать возможный прирост дозы облучения репрезентативного индивида, вызванный эксплуатацией других установок или другими видами деятельности, ведущимися в непосредственной близости или на той же площадке.

5.41. В рамках процесса принятия государственных решений или на ранней стадии процесса выдачи официального разрешения можно использовать общее значение граничной дозы для разных типов установок или деятельности (например, для установок ядерного топливного цикла) [7, 9] для сравнения с результатами первоначальной оценки радиологического воздействия на окружающую среду. Позднее результаты оценки радиологического воздействия на окружающую среду должны быть сопоставлены с конкретной граничной дозой для рассматриваемой установки или деятельности, как это предусмотрено регулирующим органом.

5.42. При рассмотрении трансграничного воздействия критерии, используемые для оценки уровня защиты в других государствах, должны соответствовать критериям, изложенным в настоящем Руководстве по безопасности, и должны быть такими же, как критерии, используемые для государства, в котором находится установка или осуществляется деятельность.

ОЦЕНКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

5.43. Установки и деятельность проектируются, строятся, вводятся в эксплуатацию, эксплуатируются или осуществляются, обслуживаются и выводятся из эксплуатации и регулируются на всех этих этапах с целью предотвращения аварий и смягчения их последствий и, следовательно, предотвращения или минимизации риска значительных радиологических последствий для населения, таких как детерминированные эффекты и рост числа стохастических эффектов, а также негативного воздействия на окружающую среду и имущество [1, 2, 47, 48].

5.44. В рамках оценки безопасности, которую необходимо проводить для установок и деятельности [1, 5], постулируются различные типы аварий с целью определения инженерно-технических средств безопасности и эксплуатационных действий для уменьшения их вероятности, а если авария все же произойдет, то для смягчения ее последствий. Такая оценка безопасности позволяет определить, была ли обеспечена адекватная глубоководная защита, и дает представление о вероятности различных аварий и потенциальных параметрах источника выброса (если таковые имеются) для таких аварийных сценариев с учетом существующих мер безопасности и их эффективности. Для перспективной оценки потенциального облучения лиц из населения — в соответствии с требованиями GSR Part 3 [1], SF-1 [2] и документа Серии норм безопасности МАГАТЭ № SSR-2/1 (Rev. 1) «Безопасность атомных электростанций: проектирование» [47] — необходимо учесть эти аварийные сценарии и вероятность возникновения таких аварий.

Подход к оценке

5.45. В перспективной оценке потенциального облучения должны использоваться оценки доз облучения лиц из населения в результате постулируемых аварий, выявленных в ходе анализа безопасности, или должна определяться мера риска последствий для здоровья²³ на основе оценки таких доз. Элементы такой оценки показаны на рис. 3. Если говорить в целом, то первым этапом должно быть определение потенциальных сценариев облучения²⁴ на основе оценки безопасности. Далее в качестве исходных данных для моделей рассеивания и переноса радионуклидов в окружающей среде следует рассмотреть соответствующие параметры источника выброса для каждого аварийного сценария, включая объемы и соответствующие физические и химические характеристики выбросов, которые будут определять поведение радионуклидов, попавших в окружающую среду. Затем при помощи соответствующих моделей следует оценить рассеивание и перенос в окружающей среде, приняв во внимание установленные условия окружающей среды, на основе метеорологической и

²³ Понятие «меры риска последствий для здоровья» в связи с радиационным облучением в результате постулируемых аварий более подробно разъясняется в приложении II.

²⁴ В настоящем Руководстве по безопасности выражение «потенциальные сценарии облучения» включает в себя характеристики всех событий или последовательностей событий, которые могут привести к аварии, в том числе параметры соответствующего источника выброса и, когда это применимо, частоту их возникновения или вероятность.

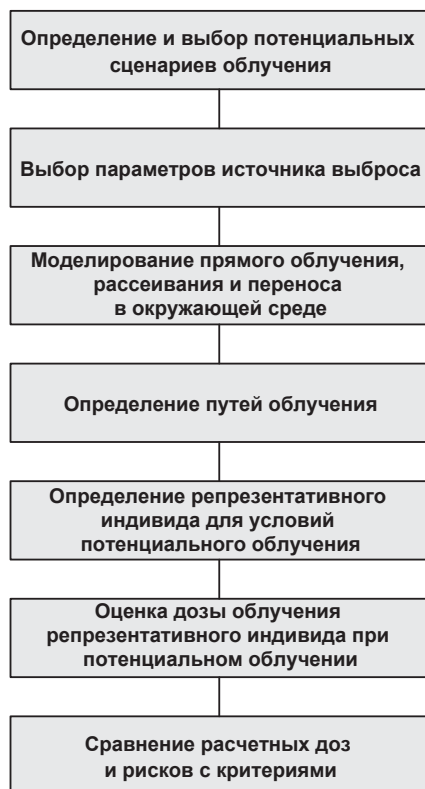


РИС. 3. Компоненты оценки для учета потенциального облучения. (Данный рисунок не является подробной пошаговой процедурой и дан для иллюстрации элементов оценки и ее более наглядного описания)

гидрологической информации. Затем следует определить соответствующие пути облучения и репрезентативного индивида. Наконец, следует вывести расчетную дозу, или меру риска последствий для здоровья, основанную на расчетной дозе, и сравнить ее с применимыми установленными критериями.

Определение и выбор потенциальных сценариев облучения

5.46. Для установок или видов деятельности, в которых проектом предусмотрено очень небольшое количество инженерно-технических средств безопасности, определение и выбор потенциальных сценариев облучения обычно предполагает рассмотрение часто наблюдаемых аварий, таких как типичные промышленные аварии или схожие события, например пожары и случайные разливы.

5.47. Для установок с большим количеством инженерно-технических средств безопасности, в случае с которыми необходим комплексный анализ для определения вероятности и характеристик событий, которые могут привести к потенциальному облучению, может потребоваться рассмотрение и детальный анализ большего числа аварийных сценариев. Для таких установок могут потребоваться комплексные методы оценки безопасности, сочетающие в себе детерминистические и вероятностные методы, а в некоторых случаях и экспертное заключение.

Выбор параметров источника выброса

5.48. Типы и количества радионуклидов, а также физические и химические характеристики радионуклидов, выбрасываемых при аварии, могут значительно отличаться от тех, которые выбрасываются при нормальной эксплуатации. В оценке характерных параметров источника аварийного выброса²⁵ должны учитываться события или последовательность событий, ведущих к аварии, и меры безопасности на установке или в рамках деятельности, направленные на ограничение размеров выброса.

5.49. Для установок или видов деятельности с ограниченным объемом радиоактивного материала и небольшим количеством инженерно-технических средств безопасности — таких как больницы, использующие радиоизотопы в медицине, небольшие исследовательские лаборатории и применение радиоактивных источников в промышленности — список часто наблюдаемых аварий, о которых говорится в пункте 5.46, должен оцениваться консервативными или простыми методами анализа безопасности для определения соответствующих параметров источника выброса.

5.50. Для ядерных установок, имеющих дело с большим объемом радиоактивного материала и оснащенных сложными инженерно-техническими средствами безопасности, и для тех случаев, когда

²⁵ «Характерные параметры источника аварийного выброса» — это параметры источника выброса, которые можно рассматривать как полное описание характеристик конкретной установки или деятельности в условиях аварии. Параметры источника аварийного выброса, определенные как характерные для установки или деятельности, могут быть разделены на разные категории по их годовой частоте или вероятности возникновения и их величине. Характерные параметры источника аварийного выброса необязательно включают наихудший сценарий, который обычно основывается на очень осторожных предположениях, включающих оценку нереалистичных потенциальных последствий. Более подробную информацию см. в приложении II.

физические, химические или ядерные характеристики радионуклидов на установке могут привести к крупному выбросу при аварии, всегда следует применять методы детального анализа безопасности для оценки более реалистичных потенциальных параметров источника выброса. Дополнительные руководящие указания по оценке параметров источника выброса в случае аварии можно найти в [48, 49].

5.51. При оценке параметров источника выброса следует учитывать физические и химические процессы, происходящие при последовательности аварийных событий, поведение всех средств безопасности и эффект от любых мер по смягчению последствий, а также поведение радионуклидов на установке до их выброса в окружающую среду. При необходимости следует подготовить хронологический график выбросов. Например, при авариях на атомной электростанции в атмосферу могут выбрасываться сначала радионуклиды инертных газов, затем летучие радиоактивные материалы, а уже затем — другие радиоактивные материалы в виде аэрозолей или твердых частиц. Хронологический график выбросов может быть составлен путем разделения выбросов на разные временные фазы.

5.52. В целом, параметры источника выброса должны включать состав и количество радионуклидов, физическую форму (например, газ, аэрозоль) и химическую форму, а также точку выброса и его высоту (для атмосферного выброса) или глубину под поверхностью (для водного выброса). Скорость потока и тепловая энергия, связанная с выбросом, также могут быть необходимы для определения эффективной высоты факела радиоактивного выброса.

Моделирование прямого облучения, рассеивания и переноса в окружающей среде

5.53. Авария на установке или во время деятельности может привести к потере или ослаблению защиты, а в некоторых случаях — к значительному внешнему облучению людей, живущих в непосредственной близости от установки. Как правило, крупные установки размещаются на значительном расстоянии от зон жилой застройки, и поэтому вероятность того, что лица из населения подвергнутся прямому облучению, даже в случае аварии, невелика. С другой стороны, такие объекты, как больницы или небольшие промышленные комплексы, как правило, находятся ближе к зонам жилой застройки либо могут время от времени посещаться лицами из населения, хотя источники излучения, находящиеся на таких объектах, менее мощные. Удельный вес прямого облучения в потенциальном облучении лиц из

населения в результате аварийных сценариев на всех соответствующих установках должен рассматриваться и анализироваться при помощи моделей для оценки внешнего облучения.

5.54. Для установок и видов деятельности, для которых подходят простые, консервативные методы оценки радиологического воздействия, следует делать осторожные предположения о метеорологических и гидрологических условиях, которые будут использоваться в качестве исходных данных в моделях рассеивания. Например, можно допустить равномерное направление ветра для рассеивания в атмосфере, условия для слабого растворения в атмосфере и выпадение осадков в виде дождя в момент постулируемой аварии. Такие предположения дадут консервативные результаты и позволят избежать необходимости получения данных по конкретной площадке. Однако предположения, которые считаются консервативными для данного конкретного пути облучения, могут не быть таковыми для других путей облучения (например, для вдыхания можно предположить, что все выбросы с установки или в результате деятельности попадают в атмосферу, а в водную среду радионуклиды не попадают; однако это предположение может вовсе не быть консервативным для таких путей, как употребление в пищу продуктов, произведенных с использованием методов ирригации). Когда речь идет о разных путях, определить априори наиболее осторожное предположение может быть не так просто, и следует заняться поиском тщательно выверенного компромисса.

5.55. Если расчетные дозы или риски превышают выбранные критерии из-за использования предположений, в которых доза в значительной степени завышена, оценку следует уточнить, по возможности используя более реалистичные модели и данные. Например, для снижения уровня неопределенности применимые метеорологические, гидрологические и другие параметры должны быть основаны на местных измерениях или обследованиях. Более подробно об использовании метеорологических и гидрологических данных в экологических моделях говорится в пунктах 5.18–5.25.

5.56. Что касается ядерных установок или видов деятельности, для которых требуются комплексные, реалистичные оценки, то для уточнения характерных условий рассеивания при аварии должны использоваться метеорологические и гидрологические данные, собранные на месте как минимум за 3–10 лет [41, 43]. Метеорологические и гидрологические данные по ядерным установкам для конкретной площадки обычно собираются на этапе оценки площадки; подробные руководящие указания

по типу и характеристикам этих данных приведены в NS-G-3.2 [43]. Метеорологические и гидрологические данные, которые будут использоваться для перспективной оценки воздействия, могут также собираться во время нормальной эксплуатации. Впрочем, эта информация может быть недостаточно полной для того, чтобы использоваться для анализа аварий; например, данные о переносе радионуклидов на большие расстояния в атмосфере или водной среде могут отсутствовать вовсе или быть доступны только в виде ежемесячных сводок. В этом случае следует получить более подробные данные, например данные, фиксируемые на почасовой основе, если это необходимо, из соответствующих региональных архивов или метеоцентров. Данные также могут быть получены с использованием динамических цифровых моделей, прогнозирующих поведение атмосферы или водной среды.

5.57. Что касается ядерных установок и других установок, требующих комплексной оценки, то в целях уменьшения объема расчетов время возникновения аварии может быть выбрано с помощью методов статистической выборки, таких как циклическая выборка или типологическая выборка. В качестве альтернативы должна быть выполнена оценка с использованием полного набора почасовых метеорологических данных за полный год; в любом случае выбранные условия рассеивания, которые будут получены в результате, должны быть связаны с частотой возникновения или вероятностью. Для установок, требующих более простых оценок, следует выбрать конкретное время или небольшой набор значений времени возникновения выброса; необходимо проследить за тем, чтобы метеорологические данные для выбранного времени были консервативными для рассматриваемой площадки.

5.58. Модели переноса в окружающей среде должны быть пригодны для учета неравновесных условий, обычно связанных с аварийными выбросами с установок и в результате деятельности. Кроме того, могут иметь место существенные кратковременные вариации в параметрах источника выброса и в предполагаемых метеорологических условиях. Если существует вероятность крупного выброса, следует использовать модели для оценки переноса и рассеивания радионуклидов в окружающей среде на большие расстояния. По мере необходимости для оценки рассеивания и распределения радионуклидов в окружающей среде следует использовать применимые модели рассеивания для краткосрочных выбросов и переноса радионуклидов на большие расстояния.

Определение путей облучения

5.59. Пути облучения, которые имеют наибольший удельный вес в формировании дозы облучения при аварийных выбросах, могут сильно отличаться от путей облучения при нормальной эксплуатации. Например, употребление свежего молока или овощей сразу же после аварии на атомной электростанции может быть существенным путем облучения ввиду присутствия короткоживущих радионуклидов иода. Поэтому следует позаботиться о том, чтобы адекватно определить и представить в моделях соответствующие пути облучения.

5.60. Ниже приводится список возможных путей облучения, важных для оценки потенциального облучения в результате аварийных выбросов радионуклидов, которые следует учитывать при оценке:

- a) внешнее облучение вследствие осаждения радионуклидов на коже;
- b) внешнее облучение вследствие прямого облучения от источника;
- c) внешнее облучение вследствие прямого облучения от факела выбросов (излучение от облаков);
- d) внешнее облучение вследствие выпадения на землю (излучение от грунта) или другие поверхности;
- e) вдыхание радионуклидов из факела выбросов;
- f) вдыхание материала отложений, подвергшегося вторичному переносу;
- g) поглощение радионуклидов в результате случайного проглатывания радиоактивного материала, выпавшего на землю или другие поверхности;
- h) поглощение радионуклидов в результате употребления загрязненной пищи и воды.

5.61. В зависимости от предположений, принятых для оценки аварийных сценариев, облучение в результате приема загрязненной пищи может быть уменьшено или предотвращено за счет оперативного принятия защитных мер. Расчетные дозы от других путей облучения, таких как вдыхание и внешнее облучение, также могут быть значительно снижены, если предполагается, что будут приняты чрезвычайные защитные меры, такие как экранирование, эвакуация и иодное блокирование щитовидной железы. Например, экранирование и фильтрация, обеспечиваемые жилыми помещениями, могут значительно снизить дозы облучения людей, укрывающихся в них во время аварии. Пути облучения, коэффициенты экранирования и предположения о защитных мерах должны быть четко указаны и надлежащим образом обоснованы в оценке, а также согласованы

с фактическими защитными мерами за пределами площадки, которые планируется принять в отношении рассматриваемой установки или деятельности.

Определение репрезентативного индивида для условий потенциального облучения

5.62. На основе данных о фактических или гипотетических лицах, которые могут подвергнуться наиболее высокому облучению в случае аварии, следует определить репрезентативного индивида²⁶ для оценки доз и рисков, связанных с потенциальным облучением. Репрезентативный индивид, определенный для условий потенциального облучения, может отличаться от репрезентативного индивида для условий облучения при нормальной эксплуатации.

5.63. В зависимости от характеристик аварии или события и времени суток или времени года предполагаемого выброса могут быть определены разные группы населения, подвергшегося облучению — например, по преобладающим метеорологическим или гидрологическим условиям, возможному временному пребыванию (например, разное время пребывания людей днем и ночью, наличие летних лагерей и школ, присутствие рабочих вблизи установки) и сезонным изменениям в образе жизни и потреблении пищевых продуктов. Альтернативным подходом может быть рассмотрение средних коэффициентов заполняемости, а также образа жизни и пищевых продуктов для каждого сезона.

5.64. Оценки потенциального облучения могут иметь разные конечные точки²⁷, в зависимости от типа оценки и установленных критериев. Например, вместо указания в качестве конечной точки дозы облучения репрезентативного индивида в качестве конечной точки можно использовать дозу в конкретном месте (например, ближайший город в данном регионе),

²⁶ МКРЗ использует термин «репрезентативный индивид» для рассмотрения как обычных сбросов, так и аварийных выбросов [44]. Несмотря на использование одного и того же термина и применимость общего определения к обеим ситуациям, в каждом случае специфические характеристики репрезентативного индивида, такие как его или ее местонахождение, образ жизни и возрастная группа, могут быть разными.

²⁷ В Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности [4] «конечная точка» определяется как «радиологическая или другая мера обеспечения *защиты* или *безопасности*, которая является расчетным результатом *анализа* или *оценки*». Общие конечные точки включают оценки дозы или риска и прогнозируемые концентрации радионуклидов в окружающей среде.

на фиксированном расстоянии (например, 1 км, 5 км, 10 км) или на расстоянии, где превышена некая соответствующая прогнозируемая доза (например, 100 мЗв в первые семь дней, если такое значение является пороговым референтным уровнем для защитных мер [8]). В некоторых государствах в качестве конечной точки используется распределение доз или рисков среди более крупных групп населения, подвергшихся облучению. Хотя к рассмотрению потенциального облучения можно подходить гибко и в разных государствах применяются разные подходы, использование конкретных конечных точек и критериев должно быть четко определено и обосновано в соответствующих регулирующих положениях или в оценке во избежание недоразумения и неправильного толкования результатов.

Оценка дозы облучения репрезентативного индивида при потенциальном облучении

5.65. При рассмотрении потенциального облучения для доз, находящихся в диапазоне детерминированных эффектов, следует рассчитывать среднюю дозу, поглощенную органом или тканью, взвешенную по соответствующей относительной биологической эффективности для биологической конечной точки, которая представляет интерес. Для доз, находящихся в диапазоне стохастических эффектов, следует рассчитывать эффективную дозу, получаемую суммированием ожидаемой эффективной дозы от внутренних путей облучения и эффективной дозы от внешнего облучения. При рассмотрении потенциального облучения может также использоваться эквивалентная доза для определенных органов (например, щитовидной железы).

5.66. Дозы должны рассчитываться для разных возрастных групп в связи с разными условиями облучения и неодинаковыми сопутствующими радиационными эффектами для разных возрастных групп. Как показывает опыт, младенцы получают более высокие дозы через некоторые пути облучения, например облучение щитовидной железы в результате поглощения радиоактивного йода, который потенциально может быть выброшен при аварии ядерного реактора [50].

5.67. Необходимо определить соответствующие периоды времени, в течение которых может происходить облучение, и соответствующие пути облучения, которые будут использоваться в оценке. Например, в качестве показателей основного потенциального радиологического воздействия могут использоваться расчетные дозы, полученные в результате вдыхания радиоактивного материала из факела выбросов в первые 24 часа после

аварии, или расчетные дозы, полученные вследствие употребления в пищу зеленых овощей в течение первых трех месяцев. В других случаях предметом оценки могут быть дозы за более длительный период времени, например до одного года с момента аварии. При сравнении расчетных доз с критериями следует четко указывать временные периоды и пути облучения, учтенные в оценке.

Сравнение расчетных доз и рисков с критериями

5.68. В GSR Part 3 [1] говорится, что необходимо оценить вероятность и величину потенциального облучения и что регулирующим органом должны быть установлены соответствующие ограничения²⁸. При рассмотрении потенциального облучения, при котором в качестве конечной точки используется доза или мера риска последствий для здоровья, установленные регулирующим органом ограничения должны представлять собой критерий референтной дозы или критерий риска, в зависимости от обстоятельств.

5.69. Что касается установок и видов деятельности, требующих простой оценки на основе консервативно определенных сценариев потенциального облучения (например, установок с небольшим объемом радиоактивного материала и источниками с низкой способностью к радиоактивному выбросу при аварии), то обычно оценивается доза облучения репрезентативного индивида в результате характерных аварий, а в качестве критерия для принятия решения должны использоваться дозы от одного до нескольких миллизивертов (мЗв), обычно 5 мЗв.

5.70. Доза, которая оценивается для репрезентативного индивида, в сочетании с вероятностью, определенной в спецификации источника выброса, и с вероятностью, определенной характеристиками переноса в окружающей среде (например, долей времени в течение года, когда ветры дуют в направлении местонахождения репрезентативного индивида), может быть преобразована в показатель риска последствий для здоровья при помощи коэффициентов риска, предоставляемых, например, МКРЗ [51]. Показатель риска последствий для здоровья должен применяться в соответствии с национальной практикой и правилами. Такие показатели риска последствий для здоровья должны использоваться только в рамках перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую

²⁸ В пункте 3.15 GSR Part 3 [1] также говорится, что необходимо оценить число лиц, которые могут подвергнуться потенциальному облучению; однако область применения настоящего Руководства по безопасности ограничена оценкой воздействия на людей.

среду, как об этом говорится в настоящем Руководстве по безопасности, а не для определения того, можно ли приписать тот или иной явный эффект для здоровья индивида радиационному облучению. Дополнительная информация об оценке риска содержится в приложении II.

5.71. При рассмотрении потенциального облучения правительство или регулирующий орган обязаны установить или утвердить граничный риск [1], в зависимости от обстоятельств. Граничный риск может быть установлен на основе рекомендаций Международной консультативной группы по ядерной безопасности [52] или МКРЗ [3, 51]. Руководящие указания по установлению критериев риска для учета потенциального облучения приведены в добавлении. Дополнительная информация об определении меры риска и использовании граничного риска содержится в приложении II, а руководящие указания — в GSG-8 [7].

5.72. Когда выполняется оценка потенциального облучения для ядерной установки и в этой оценке используются определенные характерные сценарии аварий, обычно оценивается доза, соответствующая сокращенному набору аварий. В этом случае критерии принятия решения о приемлемости риска потенциального облучения должны определяться в виде дозы (например, можно использовать дозу в диапазоне 10–100 мЗв, поскольку именно эти значения дают основания для принятия определенных защитных мер [8]). В этом диапазоне могут быть определены разные значения критериев дозы, в зависимости от разной годовой частоты этих характерных аварийных сценариев: для аварий с предположительно более высокой частотой критерии дозы должны быть ниже, чем для аварий с очень низкой частотой. Хотя конечные точки и критерии для этого типа оценки указываются в виде доз, поскольку в установлении критериев участвует частота аварий, в имплицитной форме здесь присутствует понятие риска, и результаты могут быть увязаны с критериями, установленными в добавлении.

5.73. На ядерных установках, где имеются многочисленные инженерно-технические средства безопасности, могут также использоваться комплексные методы оценки безопасности, сочетающие в себе детерминистические и вероятностные методы и экспертное заключение для оценки вероятности и величины доз облучения репрезентативного индивида, которые могут быть преобразованы в показатель риска и сравнены с критерием риска. Критерии, описанные в добавлении, должны

быть рассмотрены регулирующим органом для того, чтобы отобрать соответствующие критерии риска для данного подхода. В приложении II описаны основные аспекты этих типов оценки потенциального облучения.

5.74. Другим возможным вариантом может быть формулирование критериев в качественной форме — с точки зрения того, будут ли определенные последствия для населения неприемлемыми. Например, одним из критериев может быть вывод о том, что такие серьезно нарушающие обычный ритм жизни защитные меры, как массовая и длительная эвакуация или перемещение, в результате потенциального аварийного сценария, предусмотренного для установки или деятельности, будут неприемлемы²⁹. Хотя это в принципе является качественным критерием, необходимость принятия таких защитных мер должна определяться с использованием оценок прогнозируемых доз (или соответствующих эксплуатационных величин) и путем сравнения этих оценок с критериями принятия решений по аварийному реагированию, например с референтными уровнями, приведенными в GSG-2 [8]. Если используется такой подход, регулирующий орган должен определить критерии принятия решений по реализации защитных мер, которые будут использоваться для оценки потенциального облучения в соответствии с требованиями, установленными в GSR Part 7 [6].

5.75. Когда речь идет о трансграничном воздействии, критерии, используемые для рассмотрения потенциального облучения в других государствах, должны соответствовать критериям, изложенным в настоящем Руководстве по безопасности, и в принципе должны быть теми же, которые используются в государстве, где расположена установка или осуществляется деятельность.

²⁹ Этот подход соответствует требованиям МАГАТЭ к проектированию атомных электростанций на случай аварий со значительными последствиями за пределами площадки, для которых будут приемлемыми только защитные меры, ограниченные по продолжительности и области применения, а загрязнение за пределами площадки будет предотвращено или сведено к минимуму [47].

СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.76. Такая цель высокого уровня, как защита окружающей среды, поставленная МКРЗ, заключается в поддержании биологического разнообразия и сохранении биологических видов и здоровья естественных сред обитания, сообществ и экосистем [3, 53]. Она согласуется с SF-1 [2] (см. пункт 3.7). Соображения защиты окружающей среды могут быть неодинаковыми в разных государствах и должны определяться правилами и руководящими принципами национальных компетентных органов, включая регулирующие органы.

5.77. В пунктах 1.6–1.19 GSR Part 3 [1] описана система защиты и безопасности, целью которой является оценка, уменьшение и контроль радиационного облучения людей и которая в целом обеспечивает надлежащую защиту окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. В пунктах 1.32–1.35 GSR Part 3 [1], посвященных защите окружающей среды, признается, что некоторые национальные правила требуют прямой демонстрации принимаемых мер по защите окружающей среды (а не предположения, что такие меры принимаются). В пункте 1.34 GSR Part 3 [1] также отмечается, что «оценку воздействия на окружающую среду следует рассматривать в комплексе с другими элементами системы обеспечения защиты и безопасности» и что подход к защите населения и охране окружающей среды не должен «ограничиваться предотвращением радиологического воздействия на людей и другие биологические виды».

5.78. Одни государства, опираясь на опыт или результаты упрощенного анализа, могут считать, что в специальной оценке воздействия на окружающую среду нет необходимости. В этих случаях регулирующий орган может решить, что оценка радиологического воздействия на окружающую среду не должна включать в себя прямое рассмотрение облучения флоры и фауны.

5.79. Другие государства могут считать необходимым, чтобы в оценки радиологического воздействия определенных установок и видов деятельности на окружающую среду включались оценка и контроль облучения флоры и фауны. В любом случае следует применять требование о дифференцированном подходе [1] с целью гарантировать, что усилия, затраченные на проведение оценки, будут соизмеримы с ожидаемым уровнем риска.

5.80. Учитывая, что ожидаемый радиационный риск для популяций флоры и фауны при нормальной эксплуатации установок и осуществлении деятельности будет низким, используемые для оценки воздействия на флору и фауну методы должны быть практичными и простыми, основываться на научных знаниях о действии радиации и не ложиться чрезмерным бременем на оператора или регулирующий орган. МКРЗ [53, 54] предлагает практический подход к оценке и уменьшению воздействия на флору и фауну в результате радиоактивных выбросов в окружающую среду.

5.81. Для национальных или международных систем, предусматривающих прямой учет вопросов защиты флоры и фауны³⁰, в приложении I к настоящему Руководству по безопасности представлен пример методологии оценки воздействия на флору и фауну при нормальной эксплуатации³¹, основанной на подходе МКРЗ к защите различных экосистем окружающей среды [53, 54].

6. УЧЕТ ИЗМЕНЧИВОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ОЦЕНКАХ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

6.1. Неопределенность — это свойство, отражающее состояние знаний об исследуемой системе. В оценке радиологического воздействия на окружающую среду неопределенность показывает, насколько точно можно оценить дозы или риск. Главными источниками неопределенности являются неполнота знаний об условиях облучения репрезентативного индивида и изменчивость параметров модели. Последнее включает в себя вариации как в процессах переноса радионуклидов вследствие рассеивания в атмосфере и водной среде, так и в переносе радионуклидов между разными компонентами окружающей среды, а в случае с людьми — вариации в местонахождении и образе жизни отдельных людей из одной группы (например, потребление пищи, время, проведенное в разных местах).

³⁰ Например, Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов [55] требует прямой оценки радиологического воздействия сброса материалов, содержащих радионуклиды, на морскую флору и фауну. МАГАТЭ разработало для этой цели процедуру радиологической оценки [56].

³¹ Потенциальное облучение флоры и фауны не учитывается, поскольку оно не поддается регулирующему контролю в условиях аварии.

Другими источниками неопределенности могут быть параметры источника выброса и демографическая ситуация. При определении методологии, в том числе критериев принятия решений, регулирующий орган или податель заявки должны рассмотреть аспекты, связанные с изменчивостью и неопределенностью, в зависимости от обстоятельств.

6.2. Уровень неопределенности в перспективной оценке радиологического воздействия на окружающую среду все же должен позволять сделать вывод о том, превысят ли фактические дозы облучения лиц из населения пределы дозы или граничные дозы, установленные национальным регулирующим органом. Если информации или данных недостаточно, следует использовать консервативные предположения [44]. Однако использование большого количества консервативных предположений может привести к нереалистичному завышению доз, и поэтому его следует избегать [44].

6.3. Данные об образе жизни и характеристики окружающей среды для оценки доз облучения репрезентативного индивида должны выбираться на основе достаточно консервативных и правдоподобных предположений. В своей публикации 101 [44] МКРЗ рассматривает характеристики подхода, в котором используются единичные значения параметров и данных об образе жизни, имеющих значение для оценки дозы. Для этих оценок в некоторых случаях можно использовать высокие процентиля в распределении данных об образе жизни (например, 95-й процентиль), хотя брать за основу данные об образе жизни с высоким процентилем для всех путей облучения нецелесообразно. По умолчанию или для первоначальной оценки отдельные рекомендуемые значения параметров переноса в окружающей среде могут быть взяты из имеющейся литературы [10–12], или могут быть использованы средние измеренные значения, если таковые доступны. Доза, полученная при применении этого подхода, должна напрямую сравниваться с радиологическими критериями.

6.4. Другой подход, описанный в публикации 101 МКРЗ [44], заключается в использовании частотных распределений параметров модели в сочетании со статистическими методами, такими как метод Монте-Карло, в качестве исходных данных для оценки дозы, результатом чего станет распределение расчетной дозы. Для оценок, в которых должно использоваться распределение данных об образе жизни, подход должен включать сравнение высокого процентиля (например, 95-го процентиля) полученного распределения дозы с критериями дозы, установленными регулирующим органом. В тех случаях, когда данных об изменчивости параметров

переноса недостаточно, использование частотных распределений не должно применяться систематически, поскольку такое использование не всегда приводит к консервативным результатам.

6.5. Существование изменчивости и неопределенности в оценке радиологического воздействия на окружающую среду необязательно должно подразумевать необходимость проведения очень сложных и порой неубедительных исследований. Податель заявки и регулирующий орган должны знать об ограничениях, которые присущи результатам оценки этого типа, и действовать достаточно осторожно при выборе моделей и параметров и при вынесении заключений на основе результатов, если это необходимо, особенно когда результаты очень близки к критериям принятия решений.

6.6. После начала эксплуатации установки или осуществления деятельности должны быть разработаны программы мониторинга источников и мониторинга окружающей среды [1]. Такие программы необходимы для проверки соответствия сбросов установленным ограничениям и адекватности используемых моделей и данных. Программы мониторинга источников и окружающей среды способствуют снижению неопределенности в оценках радиологического воздействия на окружающую среду. Руководящие указания по программам мониторинга окружающей среды и мониторинга источников для нужд радиационной защиты представлены в RS-G-1.8 [18].

6.7. Для того чтобы определить важнейшие источники неопределенности и процессы, из-за которых прежде всего возникает неопределенность, необходимо провести анализ чувствительности. На этой основе, если будет сочтено необходимым снизить уровень неопределенности, могут быть проведены дальнейшие исследования, моделирование или сбор экспериментальных данных.

6.8. Решение проблем изменчивости и неопределенности в оценке потенциального облучения — более сложная задача. Ниже перечисляются причины этого.

- a) Выбранные для оценки сценарии, в том числе параметры источника выброса и условия окружающей среды во время аварии, могут быть нерепрезентативными для ситуации, которая может возникнуть в действительности.

- b) Вероятность или частота аварийных сценариев, предполагаемых при оценке, может быть в высшей степени неопределенной. На решение этой проблемы направлен консервативный детерминистический анализ, в рамках которого предполагаются определенные связанные репрезентативные иницирующие события и отказы системы. Если, например, для оценки частоты аварий используются методы вероятностного анализа безопасности, то эта частота определяется путем объединения многих событий и/или вероятностей отказов, каждая из которых характеризуется собственной неопределенностью.
- c) В отличие от оценок облучения в результате сбросов при нормальной эксплуатации, которое обычно происходит более или менее непрерывно и может быть усреднено за год для сглаживания колебаний, потенциальное облучение будет, как правило, изменяться во времени, и его воздействие будет зависеть от фактических условий облучения в момент аварии (например, от метеорологических условий и местонахождения лиц из населения).
- d) В отличие от оценок облучения в результате сбросов при нормальной эксплуатации, которые могут быть подтверждены ретроспективно при помощи программ мониторинга окружающей среды, введенных в действие на этапе эксплуатации, для потенциального облучения такое ретроспективное подтверждение невозможно.

6.9. Неопределенности должны учитываться при определении и использовании критериев принятия решений о приемлемости потенциального облучения от установки или в результате деятельности. Критерии, используемые для потенциального облучения, желательно выражать в виде диапазонов или порядков (см. добавление).

Добавление

КРИТЕРИИ РИСКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

А.1. В настоящем добавлении представлены критерии, установленные соответствующими международными организациями, которые должны использоваться регулирующим органом как ориентир при определении национальных критериев. Критерии, описанные в настоящем добавлении, касаются риска последствий для здоровья отдельных лиц из населения в связи с потенциальным радиационным облучением. Другие виды последствий аварий с крупными выбросами в окружающую среду, такие как социальные, экономические и экологические последствия, выходят за рамки настоящего Руководства по безопасности. Дополнительные соображения и информация об определениях риска и оценке потенциального облучения содержатся в приложении II.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.2. В 1995 году Международная консультативная группа по ядерной безопасности рассмотрела цели безопасности для потенциального облучения [52]. В пункте 42 [52] говорится, что для индивидуального риска лица из населения «представляется целесообразным, чтобы риск потенциального облучения лиц из населения, выраженный в виде годовой вероятности смертей, связанных с работой одной установки, не превышал 10^{-5} ». В пункте 45 [52] также говорится, что «представляется разумным ожидать, что аварии, требующие простых, локальных контрмер, будут иметь годовую вероятность не более чем порядка 10^{-4} ». Ожидается, что в результате аварий таких типов дозы облучения наиболее подверженных облучению лиц из населения будут находиться в пределах 10–100 мЗв. Что касается более серьезных аварий, в результате которых доза облучения наиболее подверженных облучению лиц из населения может составить 1 Зв, то в пункте 46 [52] говорится, что «годовую вероятность такой аварии необходимо установить, по-видимому, на уровне 10^{-5} из-за ее последствий для общества».

А.3. В 1999 году Международная консультативная группа по ядерной безопасности также установила целевые показатели риска для атомных электростанций [57]. В [57] рекомендуется установить частоту серьезного повреждения активной зоны ниже примерно 10^{-4} на год эксплуатации станции для существующих атомных электростанций и предполагается, что соблюдение всех принципов безопасности может привести к достижению улучшенного целевого показателя, не превышающего 10^{-5} таких событий на год эксплуатации станции для новых атомных электростанций. В [57] также указывается, что меры по управлению тяжелыми авариями и смягчению их последствий могут снизить вероятность крупных выбросов за пределы площадки, для которых необходимы краткосрочные меры реагирования за пределами площадки, по меньшей мере в 10 раз. В [52] говорится, что эти целевые показатели будут соответствовать индивидуальному риску смерти лица из населения, уровень которого намного меньше 10^{-5} на год эксплуатации станции для существующих станций или 10^{-6} на год эксплуатации станции для новых станций.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОМИССИЯ ПО РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ

А.4. МКРЗ рекомендует, чтобы для оценки потенциального облучения граничные риски, связанные с источником, были того же порядка, что и риск для здоровья, подразумеваемый граничными дозами для того же источника (публикация 103 МКРЗ, изданная в 2007 году [3]). В публикации 64 МКРЗ, изданной в 1993 году [51], говорится следующее:

«Одна из процедур применения ограничений, связанных с источником, к вероятностным событиям заключается в том, чтобы выразить вероятность некоей последовательности событий как функцию дозы, которая будет получена, если эта последовательность действительно произойдет. Такое ограничение будет выражать максимальную вероятность, которую можно допустить для последовательностей, превышающих заданную величину дозы».

А.5. В публикации 64 МКРЗ [51] приводится диапазон вероятностей в год, которые могут использоваться для определения граничных рисков; максимальная вероятность тяжелой аварии с некоторыми детерминированными последствиями или возникновения тяжелых последствий для здоровья должна находиться в диапазоне от 10^{-6} до 10^{-5} в год. Полная схема приведена в таблице 2 ниже. В случае сложных

систем схожие последовательности событий должны быть разбиты на группы путем объединения их вероятностей и использования наихудшего последствия любой отдельной последовательности как репрезентативного для группы в целом. В [51] говорится, что значения в таблице 2 призваны проиллюстрировать те типы ограничений, которые могут быть введены исходя из прошлого опыта, с учетом выгод, полученных от конкретной практики. В упомянутом издании добавляется, что при отсутствии опыта эксплуатации значения в таблице 2 также могут быть приняты в качестве предварительных ограничений, которые будут пересматриваться по мере накопления опыта, и в таких случаях ограничения могут рассматриваться как верхние пределы. В [51] подчеркивается, что эти ограничения относятся к потенциальному облучению индивида, а не населения в целом.

ТАБЛИЦА 2. ДИАПАЗОН ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ГОД, ИЗ КОТОРОГО МОЖЕТ БЫТЬ ВЫБРАН ГРАНИЧНЫЙ РИСК [51]

Воздействие	Диапазон вероятностей
Последовательности событий, рассматриваемые как нормальное облучение	10^{-1} – 10^{-2}
Последовательности событий, приводящие только к стохастическим эффектам, но выше пределов дозы	10^{-2} – 10^{-5}
Последовательности событий, приводящих к дозам, при которых некоторые радиационные эффекты являются детерминированными	10^{-5} – 10^{-6}
Последовательности событий, приводящих к дозам, при которых вероятно наступление смерти	$<10^{-6}$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [2] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основополагающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Elsevier, Oxford (2007).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности: терминология, употребляемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты, редакция 2016 года, МАГАТЭ, Вена (в стадии подготовки).
- [5] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 4 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [6] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ИНТЕРПОЛ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ КОМИССИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ДОГОВОРУ О ВСЕОБЪЕМЛЮЩЕМ ЗАПРЕЩЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ,

УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 7, МАГАТЭ, Вена (2016).

- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, Radiation Protection of the Public and the Environment, IAEA Safety Standards Series No. GSG-8, IAEA, Vienna (2018).
- [8] ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-2, МАГАТЭ, Вена (2012).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA Safety Standards Series No. GSG-9, IAEA, Vienna (в стадии подготовки).
- [10] 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). (Готовится новая редакция этой публикации.)
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472, IAEA, Vienna (2010).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, Technical Reports Series No. 422, IAEA, Vienna (2004).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (2013).
- [14] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности вывода из эксплуатации установок, в которых используется радиоактивный материал, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-5.2, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Захоронение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-5, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23, IAEA, Vienna (2012).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.3, IAEA, Vienna (2007).

- [18] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.8, МАГАТЭ, Вена (2016).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring, Safety Reports Series No. 64, IAEA, Vienna (2010).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, IAEA, Vienna (в стадии подготовки).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, IAEA Safety Standards Series No. SSG-46, IAEA, Vienna (в стадии подготовки).
- [22] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Создание инфраструктуры безопасности для ядерно-энергетической программы, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-16, МАГАТЭ, Вена (2014). (Готовится новая редакция этой публикации)
- [23] Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (The Espoo Convention), United Nations Economic Commission for Europe, Geneva (1991).
- [24] United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982, United Nations, New York (1982).
- [25] Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (The Aarhus Convention), United Nations Economic Commission for Europe, Geneva (1998).
- [26] Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the Assessment of the Effects of Certain Public and Private Projects on the Environment, European Commission, Brussels (2011).
- [27] The National Environmental Policy Act, 42 U.S.C. § 4321, Government of the United States of America, Washington, DC (1969).
- [28] Law of the People's Republic of China on Environmental Impact Assessment, Order No. 77 of Chairman of the People's Republic of China, Government of China, Beijing (2003).
- [29] General Law of the Environment, Law No. 25 675, Government of Argentina, Buenos Aires (2002).
- [30] ANZECC WORKING GROUP ON NATIONAL ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT, Guidelines and Criteria for Determining the Need for and Level of Environmental Impact Assessment, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra (1996).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Managing Environmental Impact Assessment for Construction and Operation in New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series, NG-T-3.11, IAEA, Vienna (2014).
- [32] Treaty Establishing the European Atomic Energy Community (The EURATOM Treaty), European Commission, Brussels (1957).

- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Licensing Process for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-12, IAEA, Vienna (2010).
- [34] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Вывод из эксплуатации атомных электростанций, исследовательских реакторов и других установок ядерного топливного цикла, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-47, МАГАТЭ, Вена (в стадии подготовки).
- [35] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Освобождение площадок от регулирующего контроля после завершения практической деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-5.1, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [36] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Communication and Consultation with Interested Parties by the Regulatory Body, IAEA Safety Standards Series No. GSG-6, IAEA, Vienna (2017).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Environmental Modelling for Radiation Safety (EMRAS) — A Summary Report of the Results of the EMRAS Programme (2003–2007), IAEA-TECDOC-1678, IAEA, Vienna (2012).
- [39] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, United Nations, New York (1993).
- [40] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Vol. 1: Sources, United Nations, New York (2000).
- [41] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка площадок для ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-R-3 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016). (Готовится новая редакция этой публикации)
- [42] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. SSG-18, IAEA, Vienna (2011).
- [43] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-3.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [44] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and The Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process, Publication 101, Elsevier, Oxford (2006).
- [45] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60, Publication 119, Elsevier, Oxford (2012).

- [46] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, Publication 116, Elsevier, Oxford (2010).
- [47] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-2/1 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2016).
- [48] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Derivation of the Source Term and Analysis of the Radiological Consequences of Research Reactor Accidents, Safety Reports Series No. 53, IAEA, Vienna (2008).
- [49] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants, Rep. NUREG-1465, NRC, Washington, DC (1995).
- [50] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: двадцатилетний опыт, доклад экспертной группы «Экология» Чернобыльского форума, Серия докладов по радиологическим оценкам, № 8, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [51] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure — A Conceptual Framework, Publication 64, Pergamon Press, Oxford (1993).
- [52] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Потенциальное облучение и ядерная безопасность: доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности, ИНСАГ-9, МАГАТЭ, Вена (1995).
- [53] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Environmental Protection: The Concept and Use of Reference Animals and Plants, Publication 108, Elsevier, Oxford (2008).
- [54] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Environment under Different Exposure Situations, Publication 124, Sage Publishing, London (2014).
- [55] Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter 1972 (The London Convention), International Maritime Organization, London (1972).
- [56] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Determining the Suitability of Materials for Disposal at Sea under the London Convention 1972 and London Protocol 1996: A Radiological Assessment Procedure, IAEA-TECDOC-1759, IAEA, Vienna (2015).
- [57] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Основные принципы безопасности атомных электростанций, 75-INSAG-3 Rev. 1: доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности, INSAG-12, МАГАТЭ, Вена (2015).

Приложение I

ПРИМЕР ОБЩЕЙ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ОБЛУЧЕНИЯ ФЛОРЫ И ФАУНЫ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК И ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

I–1. В настоящем приложении в качестве примера приведена общая методология оценки и контроля радиационного облучения флоры и фауны в результате сбросов при нормальной эксплуатации установок и осуществлении деятельности. Представленная здесь методология основана на подходе МКРЗ к защите окружающей среды [I–1, I–2]; в настоящем приложении также описаны ключевые аспекты подхода МКРЗ и основы данной методологии.

I–2. Необходимость прямой оценки защиты флоры и фауны определяется национальными или действующими на международном уровне нормами и зависит от характеристик установки или деятельности и условий окружающей среды, о которых идет речь. Если это будет сочтено необходимым, описанная в данном приложении методология может использоваться в качестве дополнения к оценке облучения людей, описанной в разделе 5 настоящего Руководства по безопасности, в рамках перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду.

I–3. Зачастую для видов деятельности или установок, требующих простой оценки радиологического воздействия на окружающую среду, прямое рассмотрение облучения флоры и фауны считается необязательным по той причине, что значительного радиологического воздействия на окружающую среду, которое отразилось бы на популяциях флоры и фауны, не ожидается, например из-за ограниченного объема радионуклидов, используемого на установке, или изначально безопасных характеристик установки или деятельности.

I–4. Что же касается установок и видов деятельности, для которых требуется более комплексная оценка радиологического воздействия на окружающую среду, например для ядерных установок и предприятий по добыче и переработке урана, то прямой учет радиационного облучения флоры и фауны может быть признан необходимым правительством или регулирующим органом, в зависимости от национальных или действующих на международном уровне норм. В этих случаях можно использовать

подход МКРЗ к оценке и контролю воздействия радиации на флору и фауну [I-1, I-2]; подход МКРЗ согласуется и совместим с аналогичными подходами, используемыми в некоторых государствах [I-3-I-5]. В подходе МКРЗ используются понятия «эталонные животные и растения», «репрезентативный организм» и критерии в виде «справочных производных контрольных уровней». Об этих понятиях и критериях будет говориться ниже.

I-5. Методология, представленная в данном приложении, носит общий характер. Для большинства установок и видов деятельности при нормальной эксплуатации и для большинства условий окружающей среды общая оценка, описанная в настоящем приложении, будет достаточной для демонстрации того, на каком уровне обеспечивается радиационная защита флоры и фауны. Однако общий подход может быть непригодным для оценки воздействия на флору и фауну при определенных обстоятельствах, например когда речь идет об охраняемых видах или видах, находящихся под угрозой исчезновения. В этих случаях может потребоваться более конкретная оценка.

I-6. Регулирующий орган или другой компетентный орган может определить такие специфические экологические ситуации, которые требуют особого рассмотрения, отличные от тех более общих ситуаций, которые описаны в данном приложении. Предположения и типы оценки для ситуаций, требующих особого рассмотрения, определяются по согласованию с подателем заявки, регулирующим органом и другими ведомствами, ответственными за охрану окружающей среды. В любом случае методы, описанные в данном приложении, могут использоваться как инструмент скрининга для этих особых обстоятельств.

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ПОДХОДА МКРЗ К ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

I-7. Согласно рекомендации МКРЗ, цели защиты окружающей среды должны состоять в предотвращении пагубного воздействия радиации на биоту или снижении его частоты до уровня, при котором радиация будет оказывать ничтожно малое влияние на поддержание биологического разнообразия, сохранение видов или здоровье и состояние естественных сред обитания, сообществ и экосистем [I-1, I-2, I-6]. Эта рекомендация

согласуется с пунктом 3.28 публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SF-1 «Основополагающие принципы безопасности» [I-7], который гласит:

«Общая задача мер, принимаемых в целях охраны окружающей среды, состоит в охране экосистем от радиационного облучения, которое имело бы пагубные последствия для популяций того или иного вида (в отличие от отдельных организмов)».

I-8. Из-за сложности взаимодействий между разными видами моделировать и прогнозировать радиологические эффекты для экосистем, подвергающихся воздействию очень малого прироста уровней радиации в окружающей среде, весьма затруднительно. Однако выводы о радиологическом воздействии на популяции видов и экосистемы, которые могут быть в перспективе применены для обращения с радиоактивными источниками в ситуациях планируемого облучения, могут быть экстраполированы с оценки облучения ограниченного числа отдельных особей вида, используемых в качестве эталонных организмов [I-6].

I-9. Для этой цели МКРЗ определила виды, которые можно считать репрезентативными для морских, наземных и пресноводных экосистем¹ и которые широко варьируются в зависимости от географического региона [I-1]. Эти виды называются «эталонными животными и растениями»². При выборе этих видов МКРЗ использовала прагматический подход (например, наличие достаточной информации о видах, позволяющей использовать их в качестве эталонных животных и растений) и учитывала, какие виды будут в наибольшей степени подвержены воздействию радиации, присутствующей в компонентах окружающей среды [I-1]. В рамках подхода МКРЗ к защите флоры и фауны рассматриваются эффекты радиации на индивидуальном уровне, которые могут оказать влияние на

¹ Что касается потребности в эталонных моделях, которые представляли бы типичных сельскохозяйственных животных — в основном крупных млекопитающих, которые живут преимущественно в среде обитания человека — с целью их защиты, то МКРЗ сочла, что для таких управляемых природных или экологических ситуаций достаточно использовать оценку радиологического воздействия [I-1].

² «Эталонное животное или растение» — это гипотетический объект, имеющий предполагаемые базовые биологические характеристики животного или растения определенного типа, обобщенно описываемые на таксономическом уровне «семейство», с определенными анатомическими, физиологическими и поведенческими свойствами, которые могут быть использованы в целях перехода от облучения к дозе, а от дозы — к эффекту для данного типа живых организмов [I-1, I-2].

структуру популяции того или иного вида (например, ранняя смертность, некоторые формы заболеваемости, влияние на воспроизводство, развитие хромосомных повреждений) [I–1, I–2].

I–10. МКРЗ определила критерии для оценки радиологического воздействия на флору и фауну и управления им в виде «справочных производных контрольных уровней» [I–1]. Справочные производные контрольные уровни — это набор диапазонов мощности дозы³, в пределах которых либо нет доказательств (для большинства эталонных животных и растений), либо имеются лишь некоторые доказательства пагубного воздействия ионизирующего излучения на особей данного вида, которое может иметь последствия для структуры популяции. Эффекты, обнаруживаемые у некоторых отдельных особей популяции, необязательно будут иметь последствия для популяции в целом [I–1]. При очень малом приросте доз на местном уровне, возникающем, например, в результате нормальной эксплуатации установок и осуществления деятельности, вряд ли можно наблюдать эффект на уровне популяции [I–1]. Справочные производные контрольные уровни выражаются величинами одного порядка; для мощностей дозы ниже нижней границы диапазонов эффектов не наблюдается либо отсутствует информация об эффектах [I–1, I–2].

I–11. Справочные производные контрольные уровни не являются пределами; в соответствии с рекомендациями МКРЗ [I–2] их следует рассматривать скорее как отправные точки для обоснования соответствующего объема усилий, которые должны быть затрачены на организацию защиты окружающей среды — в зависимости от общих управленческих целей, фактически присутствующей фауны и флоры и численности лиц, подвергающихся облучению.

³ Сочетание весовых множителей излучения с тканевыми весовыми множителями для оценки эффективных доз облучения человека, выраженных в зивертах (Зв), не применяется при оценке риска последствий облучения биоты; ключевой величиной, используемой для оценки последствий облучения биоты, является поглощенная доза, которая определяется как количество энергии, поглощенное единицей массы ткани органа или организма, выраженное в джоулях на килограмм, или греях (Гр), и которая зависит от количества и типа излучения [I–1]. Поскольку предметом рассмотрения являются разные виды флоры и фауны с разной продолжительностью жизни, критерии целесообразно выражать в величинах мощности дозы — греях в сутки (Гр/сут) или в дробных единицах, например миллигреях в сутки (мГр/сут) [I–1, I–8].

I–12. В публикации 124 МКРЗ также ввела понятие «репрезентативный организм», которое равнозначно понятию «репрезентативный индивид», используемому в оценках радиологического воздействия на человека [I–2]. Репрезентативный организм — это конкретный вид или группа организмов, отобранных для использования в оценке радиологического воздействия конкретной установки или деятельности на окружающую среду с учетом их предполагаемого местонахождения по отношению к источнику излучения [I–2]. Репрезентативные организмы — это те представители растительного и животного мира, которые подвергаются наиболее мощному облучению [I–2]. К репрезентативным организмам применяются справочные производные контрольные уровни.

I–13. Поскольку справочные производные контрольные уровни не являются пределами, в тех случаях, когда расчетные дозы облучения репрезентативных организмов находятся в пределах диапазона или близко к верхней границе диапазона, радиологическая ситуация все еще может считаться приемлемой. Однако такой результат, скорее всего, потребует более внимательного изучения возможного воздействия на окружающую среду, при котором будет необходимо учесть ряд факторов. Факторы, которые могут учитываться при принятии решений на основе воздействия на флору и фауну, когда расчетные дозы превышают верхнюю границу диапазонов, включают размер территории, на которой, по оценкам, будут отмечаться такие мощности дозы; период времени, прогнозируемый для таких мощностей дозы; необходимость соблюдения конкретных законодательных положений; то, рассматривается ли флора или фауна как ресурс, в частности для потребления человеком (например, в рыболовстве и заготовке лесной продукции); наличие дополнительных факторов экологического стресса; то, относится ли данная оценка к фактическому виду, присутствующему в данной местности, либо к обобщенным типам растений и животных; степень предосторожности, которая считается необходимой [I–1].

ОБЩАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБЛУЧЕНИЯ ФЛОРЫ И ФАУНЫ

I–14. Для применения общей методологии, описанной в данном приложении, репрезентативный организм выбирается напрямую из числа эталонных животных и растений МКРЗ, относящихся к конкретной

основной экосистеме (например, наземной, морской, пресноводной), предположительно существующей в районе, где условия облучения приводят к самым высоким дозам.

I-15. В соответствии с понятием репрезентативных организмов мощность дозы, которая будет рассчитываться при оценке воздействия на популяции флоры и фауны, не будет мощностью дозы наиболее облученной особи; эта мощность дозы будет скорее типичной для мощностей дозы, полученных группой отдельных особей, находящихся в зоне, где может произойти наибольшее облучение.

I-16. При выборе территории, на которой находится группа репрезентативных особей из числа тех, которые подвергаются наиболее высокому облучению, необходимо учитывать типичную картину пространственного распределения радионуклидов, выбрасываемых в окружающую среду. Установки и деятельность можно в целом рассматривать как точечные источники, и самые высокие концентрации активности в компонентах окружающей среды, обусловленные сбросами при нормальной эксплуатации, обычно фиксируются в пределах нескольких километров от источника. Такое типичное поведение материалов, выбрасываемых в атмосферу и водную среду из точечного источника, показано на рис. I-1. Прирост концентрации активности в окружающей среде в результате сбросов, обозначенный сплошными кривыми линиями на рис. I-1, значительно уменьшается с увеличением расстояния от места, где фиксируются самые высокие концентрации. Далее определенного

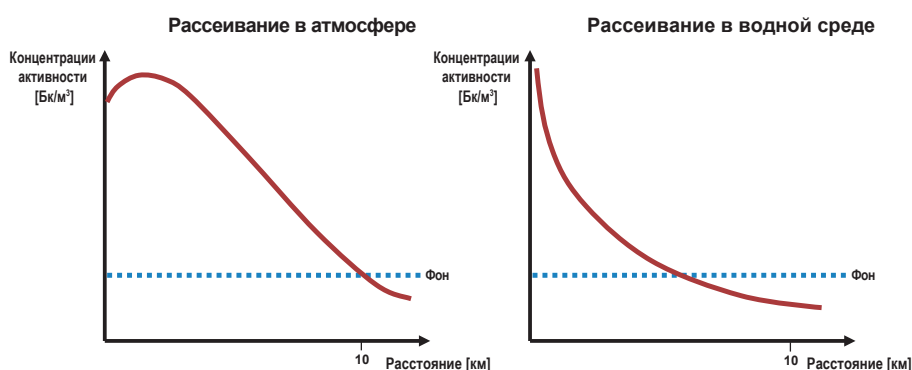


РИС. I-1. Типичные кривые концентраций активности в окружающей среде в результате рассеивания в атмосфере и водной среде сбросов с установок и в результате деятельности при нормальной эксплуатации.

расстояния могут быть отмечены только фоновые концентрации активности (например, активность, вызванная глобальными выпадениями радиоактивных осадков в прошлом, естественная радиоактивность).

I–17. С учетом годовой розы ветров, а для водного рассеивания — направлений течения воды в реках, озерах и океанах резонно предположить, что наивысшие концентрации активности будут обнаружены во всех направлениях в радиусе до 10 км. Поэтому для общих оценок, описанных в данном приложении, можно использовать референтную зону площадью примерно 100–400 км², расположенную вокруг точки выброса. Можно с уверенностью предположить, что наивысшие концентрации активности в окружающей среде в результате сбросов при нормальной эксплуатации будут фиксироваться в этой зоне, и, следовательно, эталонные животные и растения в этой зоне будут, как правило, получать самые высокие предполагаемые дозы облучения. Размер этой рекомендуемой референтной зоны является ориентировочным; для некоторых установок или видов деятельности, а также для иных мест и экологических ситуаций могут быть приняты другие размеры с учетом местных условий.

I–18. Референтная зона вокруг источника, описанная в пункте I–17, достаточно велика для того, чтобы эфлюенты могли смешаться с компонентами окружающей среды и чтобы количество особей видов, рассматриваемых в оценке, было достаточно большим. Эти два фактора гарантируют, что расчетные мощности дозы, выведенные в ходе оценок, будут репрезентативными для мощностей доз, получаемых той частью популяции, которая подвергается наиболее высокому облучению, а не для мощностей доз, получаемых отдельным наиболее облученным организмом в популяции.

ОЦЕНКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФЛОРЫ И ФАУНЫ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Подход к оценке

I–19. На рисунке I–2 сведены воедино компоненты общей оценки радиологического воздействия на окружающую среду для защиты флоры и фауны при нормальной эксплуатации. Сначала на основе использования расчетных параметров источника выброса при нормальной эксплуатации и моделей рассеивания и переноса в окружающей среде оцениваются концентрации активности в ряде компонентов окружающей среды, имеющих

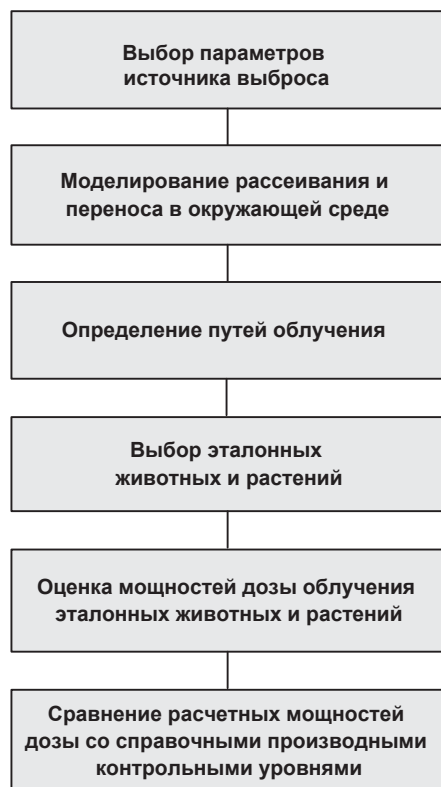


РИС. 1–2. Компоненты общей оценки для защиты флоры и фауны при нормальной эксплуатации. (Данный рисунок не является подробной пошаговой процедурой и дан для иллюстрации элементов оценки и ее более наглядного описания)

отношение к флоре и фауне; затем концентрации активности объединяются с дозиметрическими данными, а также с информацией о времени, проведенном разными видами в разных средах обитания (например, на почве или над почвой, в воде, в водных отложениях), и оцениваются мощности доз внутреннего и внешнего облучения эталонных животных и растений, имеющих отношение к рассматриваемым экосистемам. Наконец, полученные мощности доз сравниваются со справочными производными контрольными уровнями.

Выбор параметров источника выброса и моделирование рассеивания и переноса в окружающей среде

I–20. Характеристики источника выброса и модели рассеивания и переноса радионуклидов в окружающей среде, применимые к флоре и фауне (первые две клетки на рис. I–2), должны быть такими же, как описанные в оценке облучения людей при нормальной эксплуатации в разделе 5 настоящего Руководства по безопасности, или аналогичными им, а рассматриваемые компоненты окружающей среды должны иметь значение для оценки облучения флоры и фауны. Например, модели должны быть пригодными для прогнозирования концентраций активности в компонентах окружающей среды, таких как воздух, пресная вода, морская вода, водные отложения и почва, а параметры переноса в окружающей среде должны иметь значение для оценки облучения флоры и фауны⁴. В [I–9] представлены модели и данные для оценки рассеивания радионуклидов в окружающей среде. В [I–10, I–11] приведены параметры переноса радионуклидов, применимые к флоре и фауне⁵.

Определение путей облучения

I–21. При оценке доз облучения популяций флоры и фауны необходимо принимать во внимание следующие пути облучения:

- a) внешнее облучение от радиоактивного материала в атмосфере, воде, почве и отложениях;
- b) внутреннее облучение от радиоактивного материала, поглощаемого растениями или употребляемого в пищу или вдыхаемого животными.

⁴ Параметры переноса, используемые для оценки облучения людей в результате употребления в пищу биоты, входящей в их рацион, например рыбы, отличаются от коэффициентов переноса, используемых для оценки облучения самой биоты, например рыбы. В первом случае учитывается только концентрация активности в съедобной части рыбы, во втором — концентрация активности во всей рыбе, в том числе в костях.

⁵ В стадии подготовки находится новая редакция публикации Серии докладов по безопасности № 19 [I–9], которая будет охватывать скрининговые оценки облучения населения, общие модели и параметры для использования при оценке воздействия радиоактивных сбросов, а также общие модели и параметры для оценки облучения флоры и фауны в результате радиоактивных сбросов с установок и в ходе деятельности.

Выбор эталонных животных и растений

I–22. В общей оценке репрезентативные организмы выбираются из тех видов животных и растений основных экосистем (наземных, пресноводных и морских), которые имеют отношение к оцениваемому месту. Эти виды животных и растений для разных экосистем и соответствующие эталонные животные и растения, определенные МКРЗ [I–1], представлены в таблице I–1⁶.

I–23. Для того чтобы оценить условия облучения выбранных эталонных животных и растений, они должны находиться в референтной зоне вокруг источника, обычно вокруг точки выброса, где обычно наблюдаются самые высокие концентрации активности в окружающей среде. Мощность дозы, характерная для этой группы, оценивается, к примеру, с использованием средних концентраций активности в пределах данной референтной зоны. Хотя экологические характеристики могут различаться, в целом для большинства сценариев облучения, связанных с нормальным осуществлением деятельности или эксплуатацией установок, можно использовать зону вокруг точки выброса эфлюентов площадью порядка 100–400 км²⁷.

Оценка мощностей дозы облучения эталонных животных и растений

I–24. Мощности доз облучения через внутренние и внешние пути рассчитываются для выбранных эталонных животных и растений, находящихся в референтной зоне вокруг источника, как это описано в пункте I–17. Мощность поглощенной дозы, как правило, можно оценить при помощи моделей переноса в окружающей среде от компонента окружающей среды в биоту, основанных на коэффициентах концентрации и соответствующих дозиметрических коэффициентах внутреннего и внешнего облучения. В [I–10, I–11] приведены соотношения концентраций

⁶ Иной, но равнозначный набор эталонных организмов рекомендован в проекте Европейской комиссии «Экологический риск от ионизирующих загрязнителей: оценка и управление» (ERICA) [I–4].

⁷ Эта зона может представлять собой либо круг радиусом около 5–10 км, либо квадрат со сторонами 10–20 км с центром в точке выброса.

ТАБЛИЦА I-1. ТИПЫ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ ТРЕХ ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ В ОБЩИХ ОЦЕНКАХ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФЛОРУ И ФАУНУ, И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ СПРАВОЧНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ УРОВНИ [I-1]

Рассматриваемая экосистема	Тип животного или растения	Эталонное животное или растение МКРЗ	Справочный производный контрольный уровень (мГр/сут)
Наземная	Крупные растения	Эталонная сосна	0,1–1
	Мелкие растения	Эталонная дикорастущая трава	1–10
	Насекомые	Эталонная пчела	10–100
	Кольчатые черви	Эталонный дождевой червь	10–100
	Крупные млекопитающие	Эталонный олень	0,1–1
	Мелкие млекопитающие	Эталонная крыса	0,1–1
Пресноводная	Водоплавающие птицы	Эталонная утка	0,1–1
	Земноводные	Эталонная лягушка	1–10
	Рыбы	Эталонная форель	1–10
Морская	Морские водоросли	Эталонные бурые водоросли	1–10
	Ракообразные	Эталонный краб	10–100
	Рыбы	Эталонная камбала	1–10

в компонентах окружающей среды и биоте для разных видов флоры и фауны, в [I-1] — дозиметрические коэффициенты для оценки мощностей дозы облучения эталонных животных и растений⁸.

⁸ В готовящейся к публикации новой редакции [I-9] будут описаны практические методы оценки мощностей дозы облучения репрезентативных животных и растений с использованием общих сценариев рассеивания в окружающей среде и дозиметрических коэффициентов, указанных в [I-1].

Сравнение расчетных мощностей дозы со справочными производными контрольными уровнями

I–25. В перспективной общей оценке, описанной в настоящем приложении, если мощности доз облучения выбранных репрезентативных животных и растений ниже нижней границы соответствующих справочных производных контрольных уровней, например представленных в таблице I–1⁹, то воздействие на популяции флоры и фауны можно считать ничтожно малым, а уровень защиты флоры и фауны адекватным. Если расчетные мощности дозы находятся между нижней и верхней границами диапазонов, то уровень защиты все еще можно считать приемлемым, но регулирующий орган может решить, потребуются ли дополнительные улучшения (т.е. повышение уровня детальности оценки) или практические меры по смягчению последствий, не забывая о том, что справочные производные контрольные уровни являются отправными точками, а не пределами. Если полученные мощности дозы превышают верхнюю границу диапазона соответствующего справочного производного контрольного уровня, то регулирующий орган должен решить, нужно ли усилить контроль над источником или продумать дополнительные меры защиты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ К ПРИЛОЖЕНИЮ I

- [I–1] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Environmental Protection: The Concept and Use of Reference Animals and Plants, Publication 108, Elsevier, Oxford (2008).
- [I–2] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Environment under Different Exposure Situations, Publication 124, Sage Publishing, London (2014).
- [I–3] UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, A Graded Approach for Evaluating Radiation Doses to Aquatic and Terrestrial Biota, DOE-STD-1153-2002, USDOE, Washington, DC (2002).
- [I–4] EUROPEAN COMMISSION, D-ERICA: An Integrated Approach to the Assessment and Management of Environmental Risks from Ionising Radiation, EC, Brussels(2007).

⁹ Некоторые государства выработали и используют иные подходы к оценке радиологического воздействия на флору и фауну, в том числе собственные радиологические критерии, которые в целом совместимы с подходом МКРЗ и справочными производными контрольными уровнями [I–3–I–5].

- [I-5] STANDARDS COUNCIL OF CANADA, Environmental Risk Assessments at Class I Nuclear Facilities and Uranium Mines and Mills, CSA N288.6 (R2017), CSA Group, Toronto (2017).
- [I-6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Elsevier, Oxford (2007).
- [I-7] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основополагающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [I-8] ПРОЕНЛ, G., et al., Dosimetric Models and Data for Assessing Radiation Exposure to Biota: Deliverable 3 to the Project “FASSET”, Framework for the Assessment of Environmental Impact, Contract No. FIGE-CT-2000-00102, Swedish Radiation Protection Authority, Solna (2003).
- [I-9] 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). (Готовится новая редакция этой публикации.)
- [I-10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer to Wildlife, Technical Reports Series No. 479, IAEA, Vienna (2014).
- [I-11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants, Publication 114, Elsevier, Oxford (2009).

Приложение II

УЧЕТ РИСКА ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

II–1. Оценка потенциального облучения требует оценки и количественного определения влияния аварий или событий, вероятность которых очень мала. Как правило, существует целый спектр возможных сценариев потенциального облучения — от тех, которые оказывают незначительное или нулевое потенциальное воздействие, до тех, которые оказывают очень высокое потенциальное воздействие. Большое количество установок и видов деятельности потенциально могут иметь лишь незначительные или ничтожно малые радиологические последствия, даже при аварийных сценариях, благодаря очень ограниченному объему радиоактивных материалов или изначально безопасным характеристикам установки или деятельности. В соответствии с принципом 8 публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № SF-1 «Основополагающие принципы безопасности» [II–1], касающимся предотвращения аварий, необходимо принимать меры для обеспечения крайне низкой вероятности аварий, имеющих вредные последствия. Таким образом, установки проектируются и эксплуатируются, а деятельность ведется таким образом, чтобы вероятность аварий с высоким потенциальным воздействием была ниже, чем вероятность событий с незначительным потенциальным воздействием.

II–2. Полезным показателем, который следует учитывать при оценке потенциального облучения, является мера риска последствий для здоровья в результате незапланированного или случайного выброса радионуклидов в окружающую среду с установок и в ходе деятельности. Контроль риска последствий для здоровья в результате потенциального облучения начинается на стадии проектирования установок и деятельности с принятия положений по защите и безопасности (например, глубокоэшелонированной защите), которые соизмеримы с вероятностью и величиной потенциального облучения [II–2].

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОЦЕНКАХ

II-3. В рамках перспективной оценки оценка дозы облучения населения в результате постулируемых аварий в виде эффективной дозы в сочетании с коэффициентом риска для здоровья может интерпретироваться как показатель риска того, что вредные последствия для здоровья действительно возникнут. В данной модели предполагается, что вероятность возникновения конечного стохастического эффекта пропорциональна полученной дозе, при этом порогового значения не существует. Общий коэффициент риска возникновения стохастического эффекта для человека, который может использоваться в перспективных оценках радиологического воздействия на окружающую среду, составляет $5 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ [II-2].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕРЫ РИСКА

II-4. Термин «риск» часто используется для обозначения сочетания воздействия события или сценария с вероятностью такого воздействия. В публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ № GSR Part 3 «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные стандарты безопасности» [II-2] «риск» определяется следующим образом:

«Многоатрибутная величина, выражающая угрозу, опасность или возможность возникновения вредных или поражающих последствий в результате действительного или потенциального облучения. Она связана с такими величинами, как вероятность возникновения конкретных пагубных последствий, а также масштаб и характер таких последствий».

Может возникнуть путаница между этим термином, имеющим четко сформулированный смысл и математическое определение, и повседневным значением слова «риск», которое иногда воспринимается как синоним опасности. Были разработаны различные схемы для количественного определения риска, связанного с тем или иным событием или сценарием, и, таким образом, для прямого сравнения рисков, связанных с различными событиями.

II–5. Как объясняется в пунктах 5.43–5.75 настоящего Руководства по безопасности, при использовании того или иного подхода к перспективной оценке воздействия потенциального облучения для каждого аварийного сценария определяются последствия (например, доза облучения репрезентативного индивида) и соответствующая вероятность этого последствия.

II–6. При проведении оценки для нужд радиационной защиты может быть целесообразно определить единую величину, которая дает меру индивидуального риска последствий для здоровья¹⁰. Поскольку последствия получения дозы облучения могут быть выражены в виде повышенной вероятности возникновения последствий для здоровья (например, смерти от рака)¹¹, показатель риска может быть получен путем объединения вероятности p_i возникновения аварийного сценария i с вероятностью возникновения конкретного последствия для здоровья при реализации аварийного сценария i (C_i), а именно:

$$R_i = p_i \times C_i \quad (\text{II-1})$$

где R_i — это риск возникновения конкретного последствия для здоровья в результате аварийного сценария i .

¹⁰ Определения «риска», приведенные в настоящем приложении, могут быть истолкованы только как дающие представление о рисках ввиду многочисленных неопределенностей, связанных с вероятностным анализом безопасности, оценкой возможного облучения и количественной оценкой сопутствующих радиологических последствий. См. также INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Extension of the Principles of Radiation Protection to Sources of Potential Exposure, Safety Series No. 104, IAEA, Vienna (1990).

¹¹ Точнее говоря, вероятность последствий для здоровья можно оценить с помощью показателя «доза-ответ», $f(D)$, который меняется в зависимости от уровня дозы. Риск ранних последствий для здоровья также можно рассчитать с помощью коэффициентов опасности, приняв во внимание изменение риска в зависимости от скорости накопления дозы за определенный период времени (например, за первый день или несколько дней после аварии). Риск поздних последствий для здоровья может учитывать не только смертельные, но и несмертельные онкологические заболевания разных органов, лейкемию и наследственные эффекты. Подробнее эти моменты в данном приложении не рассматриваются.

II-7. Если необходимо принять во внимание несколько не зависящих друг от друга событий, а вероятность этих событий низка, то риски последствий для здоровья, связанные со всеми рассматриваемыми сценариями потенциального облучения, могут быть суммированы для получения общей вероятности последствий для здоровья репрезентативного индивида:

$$R = \sum_i p_i \times C_i \quad (\text{II-2})$$

II-8. Как указывалось в предыдущих пунктах, риск, рассчитанный в рамках перспективной оценки радиологического воздействия на окружающую среду, описанной в настоящем Руководстве по безопасности, применим к отдельному лицу (т.е. к репрезентативному индивиду для условий потенциального облучения). В случае крупных установок, таких как атомные электростанции, которые потенциально могут повлиять на большое число людей и которые могут вызвать другие нерадиологические последствия, такие как социальный стресс вследствие эвакуации и ограничения землепользования на больших территориях, возможный риск для общества также может быть определен количественно и оценен по какому-либо критерию. Учет риска для общества выходит за рамки настоящего руководства и зависит от национальных подходов.

II-9. Критерии, которые могут использоваться для сравнения с оценкой риска последствий для здоровья в результате потенциального облучения, представлены в добавлении к настоящему Руководству по безопасности.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

II-10. Как указывается в разделе 5 настоящего Руководства по безопасности, для установок, которые имеют много инженерно-технических средств безопасности и поэтому требуют комплексных оценок для определения вероятности событий, величины выброса и сопутствующих последствий, могут потребоваться комплексные методы оценки безопасности, сочетающие в себе детерминистические и вероятностные методы, а в некоторых случаях — экспертное заключение.

II-11. При вероятностной оценке потенциального облучения оценивается частота возникновения постулируемых исходных событий и определяются возможные последовательности отказов или некое репрезентативное

подмножество, которое охватывает ответные реакции станции и систем безопасности, включая действия операторов. Общая вероятность или частота последовательностей или сценариев отказов рассчитывается путем объединения частоты возникновения постулируемых исходных событий с вероятностями каждого отказа системы. Использование вероятностей и частот возникновения подразумевает определение периода времени, который может быть выбран на произвольной основе для проведения анализа. Обычно выбирается период в один год.

П–12. Затем рассчитываются параметры источника выброса для каждой последовательности. В некоторых случаях в целях сокращения требуемого объема расчетов для набора последовательностей отказов может использоваться сокращенный набор параметров источника выброса, включающий в себя схожие параметры источников.

П–13. Затем рассчитывается доза облучения репрезентативного индивида при потенциальном облучении с использованием набора метеорологических условий и других условий переноса в окружающей среде, а также вероятности возникновения этих условий и характерных для данной площадки факторов, которые могут повлиять на дозу и вероятность возникновения особых условий, например на вероятность того, что ветер дует в направлении от источника к цели; вероятность возникновения других метеорологических условий, таких как класс устойчивости по Пасквиллу, скорость ветра и количество осадков; вероятность того, что репрезентативный индивид находится на открытом воздухе или в помещении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ К ПРИЛОЖЕНИЮ II

[II–1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ,

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основопологающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).

- [II-2] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Asfaw, K.	Международное агентство по атомной энергии
Boal, T.	Международное агентство по атомной энергии
Brownless, G.	«Бабкок интернэшнл групп», Соединенное Королевство
Cabianca, T.	Служба общественного здравоохранения Англии, Соединенное Королевство
Cailles, C.	Агентство по окружающей среде, Соединенное Королевство
Cartier, F.	Швейцарская федеральная инспекция по ядерной безопасности, Швейцария
Curti, A.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Daguse, T.	«Электрисите де Франс», Франция
Deguette, H.	АРЕВА, Ла-Аг, Франция
Dolarin, G.	«Атомик энерджи оф Кэнада», Канада
Garnier Laplace, J.	Институт радиационной защиты и ядерной безопасности, Франция
Harman, N.	«Амек», Соединенное Королевство
Hemidy, P.-Y.	«Электрисите де Франс», Франция
Jones, K.A.	Служба общественного здравоохранения Англии, Соединенное Королевство
Кляус, В.	Республиканский научно-практический центр гигиены, Беларусь
Lehmann, K.-H.	Союз работников технического надзора Южной Германии, Германия
Moore, J.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки

Pinak, M.	Международное агентство по атомной энергии
Proehl, G.	Международное агентство по атомной энергии
Robinson, C.	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде
Rochedo, E.	Национальная комиссия по ядерной энергии, Бразилия
Saint-Pierre, S.	Всемирная ядерная ассоциация
Tellería, D.	Международное агентство по атомной энергии
Van Graan, H.	Национальный ядерный регулирующий орган, Южная Африка
Vermorel, F.	«Электрисите де Франс», Франция
Vilkamo, O.	Управление по радиационной и ядерной безопасности, Финляндия
Willrodt, C.	Федеральное ведомство по радиационной защите, Германия
Yankovich, T.	«Экометрикс, инк.», Канада



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 26

ЗАКАЗ В СТРАНАХ

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

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

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

Bernan / Rowman & Littlefield

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

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

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

ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ

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

Eurospan Group

Gray's Inn House
127 Clerkenwell Road
London EC1R 5DB
United Kingdom

Торговые заказы и справочная информация:

Тел: +44 (0) 1767604972 • Факс: +44 (0) 1767601640

Эл.почта: eurospan@turpin-distribution.com

Индивидуальные заказы:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Дополнительная информация:

Тел: +44 (0) 2072400856 • Факс: +44 (0) 2073790609

Эл.почта: info@eurospangroup.com • Сайт: www.eurospangroup.com

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

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Международное агентство по атомной энергии

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

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22530 • Факс: +43 1 26007 22529

Эл.почта: sales.publications@iaea.org • Сайт: <https://www.iaea.org/ru/publikacii>

Обеспечение безопасности с помощью международных норм

**МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА**