

# СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Рассеяние  
радиоактивных  
материалов в воздухе и  
воде и учет  
распределения населения  
при оценке площадки для  
атомных электростанций

## РУКОВОДСТВА

№ NS-G-3.2



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

В соответствии со статьей III своего Устава Агентство уполномочено устанавливать нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и обеспечивать применение этих норм в мирной деятельности в ядерной области.

Связанные с регулирующей деятельностью публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы и меры безопасности, выпускаются в **Серии норм безопасности МАГАТЭ**. Эта серия охватывает ядерную безопасность, радиационную безопасность, безопасность транспортировки и безопасность отходов, и также общие принципы безопасности (т. е. имеет отношение к двум или более этих четырех областей), и категории публикаций в ней включают - **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности**.

**Основы безопасности** (синий шрифт) содержат основные цели, концепции и принципы обеспечения безопасности и защиты в освоении и применении ядерной энергии для мирных целей.

**Требования безопасности** (красный шрифт) устанавливают требования, которые необходимо выполнять для обеспечения безопасности. Эти требования, для выражения которых применяется формулировка “должен, должна, должно, должны”, определяются целями и принципами, изложенными в Основах безопасности.

**Руководства по безопасности** (зеленый шрифт) рекомендуют меры, условия или процедуры выполнения требований безопасности. Для рекомендаций в Руководствах по безопасности применяется формулировка “следует”, которая означает, что для выполнения требований необходимо принимать рекомендуемые или эквивалентные альтернативные меры.

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь.

Информацию о программе норм безопасности МАГАТЭ (включая информацию об изданиях на других языках, помимо английского) можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

[www-ns.iaea.org/standards/](http://www-ns.iaea.org/standards/)

или по запросу, который следует направлять в Секцию координации деятельности по обеспечению безопасности МАГАТЭ по адресу: IAEA, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

## ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

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

Доклады по вопросам обеспечения безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в другой серии, в частности, в **Серии докладов МАГАТЭ по безопасности**, в качестве информационных публикаций. Доклады по безопасности могут содержать описание образцовой практики, а также практических примеров и детальных методов, которые могут использоваться для выполнения требований безопасности. Они не устанавливают требования или не содержат рекомендации.

Другие серии изданий МАГАТЭ, которые включают публикации по вопросам безопасности - это **Серия технических докладов, Серия докладов по радиологическим оценкам, Серия ИНСАГ, Серия TECDOC, Серия временных норм безопасности, Серия учебных курсов, Серия услуг МАГАТЭ и Серия компьютерных руководств**, а также **Практические руководства по радиационной безопасности и Практические технические руководства по излучениям**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

РАСSEЯНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ВОЗДУХЕ И ВОДЕ И УЧЕТ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ  
ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ИСПАНИЯ	ПЕРУ
АВСТРИЯ	ИТАЛИЯ	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	ЙЕМЕН	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАЗАХСТАН	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛЖИР	КАМЕРУН	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АНГОЛА	КАНАДА	РУМУНИЯ
АРГЕНТИНА	КАТАР	САЛЬВАДОР
АРМЕНИЯ	КЕНИЯ	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
АФГАНИСТАН	КИПР	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАНГЛАДЕШ	КИТАЙ	СВЯТЕЙШИЙ ПРЕСТОЛ
БЕЛАРУСЬ	КОЛУМБИЯ	СЕНЕГАЛ
БЕЛЬГИЯ	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕРБИЯ И ЧЕРНОГОРИЯ
БЕНИН	КОСТА-РИКА	СИНГАПУР
БОЛГАРИЯ	КОТ-ДИВУАР	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОЛИВИЯ	КУБА	СЛОВАКИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	КУВЕЙТ	СЛОВЕНИЯ
БОТСВАНА	КЫРГЫЗСТАН	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БРАЗИЛИЯ	ЛАТВИЯ	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИБЕРИЯ	СУДАН
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП. МАКЕДОНИЯ	ЛИВАН	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
ВЕНГРИЯ	ЛИВИЙСКАЯ АРАБСКАЯ ДЖАМАХИРИЯ	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНЕСУЭЛА	ЛИТВА	ТАИЛАНД
ВЬЕТНАМ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТУНИС
ГАБОН	ЛЮКСЕМБУРГ	ТУРЦИЯ
ГАИТИ	МАВРИКИЙ	УГАНДА
ГАНА	МАДАГАСКАР	УЗБЕКИСТАН
ГВАТЕМАЛА	МАЛАЙЗИЯ	УКРАИНА
GERMANYA	МАЛИ	УРУГВАЙ
ГОНДУРАС	МАЛЬТА	ФИЛИППИНЫ
ГРЕЦИЯ	МАРОККО	ФИНЛЯНДИЯ
ГРУЗИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	ФРАНЦИЯ
ДАНИЯ	МЕКСИКА	ХОРВАТИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	МОНАКО	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МОНГОЛИЯ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЕГИПЕТ	МЬЯНМА	ЧИЛИ
ЗАМБИЯ	НАМИБИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ЗИМБАБВЕ	НИГЕР	ШВЕЦИЯ
ИЗРАИЛЬ	НИГЕРИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ИНДИЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ЭКВАДОР
ИНДОНЕЗИЯ	НИКАРАГУА	ЭРИТРЕЯ
ИОРДАНИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ЭСТОНИЯ
ИРАК	НОРВЕГИЯ	ЭФИОПИЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИРЛАНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЯМАЙКА
ИСЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЯПОНИЯ
	ПАНАМА	
	ПАРАГВАЙ	

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

© МАГАТЭ, 2004

Разрешение на воспроизведение или перевод информации, содержащейся в данной публикации, можно получить, направив запрос в письменном виде по адресу: International Atomic Energy Agency, Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Апрель 2004  
STI/PUB/1122

СЕРИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ, № NS-G-3.2

РАССЕЯНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ В ВОЗДУХЕ И  
ВОДЕ И УЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ  
ПЛОЩАДКИ ДЛЯ АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2004 ГОД

РАССЕЯНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ВОЗДУХЕ И ВОДЕ И УЧЕТ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ  
ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДКИ  
ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

МАГАТЭ, ВЕНА, 2004

STI/PUB/1122  
ISBN 92-0-404304-0  
ISSN 1020-5845

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

**Мохамед ЭльБарадей**  
**Генеральный директор**

Одна из уставных функций МАГАТЭ сводится к тому, чтобы устанавливать или применять нормы безопасности для охраны здоровья, жизни и имущества в деятельности по освоению и применению ядерной энергии в мирных целях, а также обеспечивать применение этих норм как в своей собственной работе, так и в работе, в которой оказывается помощь, и, по требованию сторон, в деятельности, проводимой на основании любого двустороннего или многостороннего соглашения, или, по требованию того или иного государства, к любому виду деятельности этого государства в области ядерной энергии.

Наблюдение за разработкой норм безопасности осуществляют следующие консультативные органы: Консультативная комиссия по нормам безопасности (ККНБ); Консультативный комитет по нормам ядерной безопасности (НУССК); Консультативный комитет по нормам радиационной безопасности (РАССК); Консультативный комитет по нормам безопасности перевозки (ТРАНССК); и Консультативный комитет по нормам безопасности отходов (ВАССК). Государства-члены широко представлены в этих комитетах.

Чтобы обеспечить широчайший международный консенсус, нормы безопасности направляются также всем государствам-членам для замечаний перед их одобрением Советом управляющих МАГАТЭ (в случае Основ безопасности и Требований безопасности) или, от имени Генерального директора, Комитетом по публикациям (в случае Руководств по безопасности).

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь. Любое государство, желающее вступить в соглашение с МАГАТЭ, касающееся его помощи в связи с выбором площадки, проектированием, строительством, вводом в эксплуатацию, эксплуатацией или снятием с эксплуатации ядерной установки или любой другой деятельностью, должно будет выполнять те части норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением. Однако следует помнить, что ответственность за принятие окончательных решений и юридическая

ответственность в любых процедурах лицензирования возлагается на государства.

Нормы безопасности устанавливают важнейшие основы для безопасности, однако может также потребоваться включение более детальных требований, отражающих национальную практику. Кроме того, будут включаться, как правило, специальные вопросы, которые должны оцениваться экспертами на индивидуальной основе.

Физическая защита делящихся и радиоактивных материалов и АЭС в целом упоминается в надлежащих случаях, но не рассматривается подробно; к обязательствам государств в этом отношении следует подходить на основе соответствующих договорно-правовых документов и публикаций, разработанных под эгидой МАГАТЭ. Нерадиологические аспекты техники безопасности на производстве и охраны окружающей среды также прямо не рассматриваются; признано, что государства должны выполнять свои международные обязательства и обязанности относительно них.

Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, возможно, не полностью соблюдаются на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Решения о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, будут приниматься государствами.

Внимание государств обращается на тот факт, что нормы безопасности МАГАТЭ, не являясь юридически обязательными, разработаны с целью обеспечения того, чтобы мирные применения ядерной энергии и радиоактивных материалов осуществлялись таким образом, который дает возможность государствам выполнять свои обязательства в соответствии с общепринятыми принципами международного права и правилами, касающимися охраны окружающей среды. Согласно одному такому общему принципу территория государства не должна использоваться так, чтобы причинить ущерб в другом государстве. Государства, следовательно, обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую меру заботливости.

Гражданская ядерная деятельность, осуществляемая в рамках юрисдикции государств, как и любая другая деятельность, подпадает под действие обязательств, которые государства могут принимать согласно международным конвенциям в дополнение к общепринятым принципам международного права. Государствам надлежит принимать в рамках своих национальных юридических систем такое законодательство (включая правила) и другие нормы и меры, которые могут быть необходимы для эффективного выполнения всех взятых на себя международных обязательств.



## РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

*Дополнение, если оно включено, представляет собой неотъемлемую часть норм и имеет тот же статус, что и основной текст. Приложения, сноски и списки литературы, если они включены, содержат дополнительную информацию или практические примеры, которые могут оказаться полезными для пользователя.*

*Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности в случаях, когда речь идет о требованиях, обязанностях и обязательствах. Для рекомендации желательного варианта используется формулировка “следует”.*

*Официальным является английский вариант документа.*

*Перевод настоящей публикации и научное редактирование/контроль качества этого перевода были выполнены Научно-техническим центром по ядерной и радиационной безопасности (НТЦ ЯРБ) Госатомнадзора России.*

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	История вопроса .....	1
	Цель .....	2
	Сфера применения .....	2
	Структура .....	3
2.	ПЕРЕНОС И ДИФФУЗИЯ ПРИМЕСЕЙ, ВЫШЕДШИХ В АТМОСФЕРУ .....	4
	Общие положения .....	4
	Параметры радиоактивных источников при нормальных и аварийных выбросах в атмосферу .....	5
	Программа для метеорологического исследования .....	5
	Метеорологические данные, необходимые для программы .....	6
	Сбор данных .....	7
	Средства измерений .....	10
	Анализ и представление данных .....	11
	Моделирование атмосферного рассеяния .....	12
	Хранение данных и документирование .....	14
3.	ПЕРЕНОС И ДИФФУЗИЯ ПРИМЕСЕЙ СБРОШЕННЫХ В ГИДРОСФЕРУ .....	14
	Общие положения .....	14
	Параметры радиоактивного источника при нормальных и аварийных сбросах в поверхностные и подземные воды .....	16
	Программа мониторинга поверхностных и подземных вод .....	16
	Поверхностные воды .....	17
	Подземные воды .....	23
	Данные, необходимые для исследования подземных вод .....	24
4.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И ВОДЫ В РЕГИОНЕ ПЛОЩАДКИ .....	27
5.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ .....	30
6.	РАССМОТРЕНИЕ ВЫПОЛНИМОСТИ АВАРИЙНОГО ПЛАНА .....	33

7. ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА .....	35
БИБЛИОГРАФИЯ .....	36
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ .....	39
ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	41

# ВВЕДЕНИЕ

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

1.1. Публикации МАГАТЭ Требования безопасности и Руководства по безопасности относящиеся к атомным электростанциям и видам деятельности в области использования атомной энергии, на основании его (агентства) публикации по Основам безопасности и по Безопасности ядерных установок [1]. Настоящее Руководство по безопасности, которое дополняет Систему правил по безопасности атомных электростанций: расположение [2]<sup>1</sup>, касается воздействия атомной электростанции на окружающий регион и рассмотрения распределения населения в месте размещения электростанции.

1.2. Это Руководство по безопасности дает рекомендации, как выполнять требования Системы правил по безопасности атомных электростанций: размещение, на основе знаний механизма рассеяния примесей, выброшенных в атмосферу, поверхностные и подземные воды. Рассмотрены важные характеристики площадки и соображения относительно безопасности. При оценке выполнимости разрабатываемого аварийного плана должны быть рассмотрены распределение населения, спланированный темп прироста населения, индивидуальные географические особенности, возможности местных транспортных и коммуникационных сетей, промышленность и сельское хозяйство в регионе, и рекреационная и общественная деятельность в регионе .

1.3. При выборе площадки для объекта использования атомной энергии, использующего радиоактивные материалы, такого как атомная электростанция, должно быть уделено внимание любым локальным особенностям местности, на которые может воздействовать объект использования атомной энергии, и возможному внешнему вмешательству, включая аварийные и защитные действия (см. Основные международные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и для безопасности радиационных источников [3], Приложения IV и V). Это в дополнение к оценке любых особенностей самой площадки, которые могут влиять на безопасность объекта использования атомной энергии.

---

<sup>1</sup> Готовится к замене публикацией по требованиям безопасности: “Безопасность атомных электростанций: оценка площадки”, в Серии норм безопасности.

Это Руководство по безопасности рекомендует методы для оценки региональных и локальных характеристик.

1.4. Это Руководство по безопасности заменяет четыре более ранних Руководства МАГАТЭ по безопасности, а именно: Рассеяние примесей в атмосфере в месте расположения атомной электростанции (Серия безопасности № 50-SG-S3 (1980)); Выбор и оценка площадки для атомной электростанции с учетом распределения населения (Серия безопасности № 50-SG-S4 (1980)); Гидрологическое распределение радиоактивных материалов по отношению к расположению атомной электростанции (Серия безопасности № 50-SG-S6 (1985)); и Расположение атомной электростанции: гидрологические аспекты (Серия безопасности № 50-SG-S7 (1984)).

## ЦЕЛЬ

1.5. Радиоактивные материалы, выброшенные из атомной электростанции, могут достигнуть населения и могут загрязнить окружающую среду в регионе как прямым, так и косвенным путями. Цель этого Руководства по безопасности должна обеспечить руководящие указания по изучению и научными исследованиям для оценки воздействия атомной электростанции на людей и окружающую среду. Оно также обеспечивает руководящие указания по выполнимости эффективности аварийного плана с учетом всех относящихся к площадке особенностей.

1.6. Это Руководство по Безопасности предоставляет руководящие указания (методику) для исследований, относящихся к распределению населения и рассеянию примесей в атмосфере, в поверхностных и подземных водах. Руководство предназначено для того, чтобы помочь определить удовлетворяет ли выбранная площадка для атомной электростанции национальным требованиям и грозит ли радиологическое воздействие и радиологическая опасность населению и окружающей среде сверх установленных регулирующим органом пределов, с учетом соответствующих международных рекомендаций.

## СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.7. Это Руководство по безопасности предоставляет методику оценки площадки для сооружения объекта использования атомной энергии, основанную на:

- разработке метеорологического, гидрологического и гидрогеологического описаний площадки предприятия;
- программах сбора метеорологических и гидрологических данных (для поверхностных и подземных вод);
- программах сбора данных о распределении окружающего населения, для того, чтобы продемонстрировать выполнимость эффективности аварийного плана (реагирования).

1.8. Эффекты предлагаемого производства (объекта использования атомной энергии) на используемых землях и водах данного региона должны быть исследованы и охвачены этим Руководством по безопасности. Оно также обращает внимание на аспекты, которые должны быть рассмотрены при подготовке аварийного плана и при оценке воздействия на окружающую среду.

1.9. Это Руководство по безопасности не предоставляет руководящие указания (методику) по определению дозовых нагрузок относительно размещения атомной электростанции. Специальное руководство по вычислению дозы идентификации характеристик данной площадки, которые относятся к локальному и региональному радиологическому воздействию атомной электростанции дано в работах [4, 5].

1.10. Это Руководство по Безопасности не дает детальной информации о конкретных методах или математических моделях. Методы для расчета концентраций и оценки осаждения радиоактивных материалов вследствие рассеяния примесей в воздухе или воде представлены в работе [4]. Внимание должно быть уделено использованию информации, относящейся к окружающей среде в сочетании с расчетными моделями для того, чтобы гарантировать, что тип данных является подходящим для целей регулирования.

## СТРУКТУРА

1.11. Разделы 2 и 3 дают руководящие указания по сбору данных о рассеянии радиоактивного материала в воздухе и воде. Разделы 4 и 5 предоставляют дают руководящие по использованию земли и воды и распределению населения в регионе. Руководство по информации, относящейся к площадке, необходимой для разработки аварийного плана, дано в разделе 6. Руководство по контролю качества анализа представлено в разделе 7.

## **2. ПЕРЕНОС И ДИФФУЗИЯ ПРИМЕСЕЙ, ВЫШЕДШИХ В АТМОСФЕРУ**

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

2.1. Атмосфера является основным путем воздействия, по которому радиоактивные материалы, выбрасываемые или повседневно и под контролем или в результате аварии на атомной электростанции, могут распространяться в окружающей среде и переноситься в населенные пункты, где они могут воздействовать на население.

2.2. Оценка переноса в атмосфере радиоактивных материалов, вышедших из атомных электростанций при нормальной эксплуатации или в случае аварии, является требованием проекта и лицензии (работа [2], пункт 503). Должно быть проведено метеорологическое исследование для оценки региональной и местной специфики метеорологических параметров. Эти данные должны быть собраны с соответствующих возвышений над землей, для того чтобы получить реальные параметры рассеяния.

2.3. Загрязнение в воздухе, на земле и в воде через короткие и длинные промежутки времени должны быть описаны в моделях рассеяния в атмосфере, с учетом диффузии в данной местности. В моделях нужно рассмотреть орографические возвышения, имеющие значительные откосы.

2.4. Тип и объем собранных и сохраненных метеорологических данных следует принимать во внимание для надежных статистических анализов для определения распределения радиационного воздействия.

2.5. Эффекты и последствия для населения и окружающей среды вследствие кратковременных или длительных радиоактивных выбросов должны быть оценены на основании метеорологических данных и специфических особенностей площадки, относящихся к использованию земли и воды, распределению населения, инфраструктуры в окрестностях площадки и наиболее важных радиологических параметров.

2.6. В регионе должно быть проведено тщательное метеорологическое исследование. Расчеты концентраций и рассеяния радиоактивных материалов должен показать являются ли приемлемыми последствия

обычного и аварийного выбросов радиоактивных материалов в атмосферу. Результаты этих вычислений могут быть использованы для установления допустимых пределов выбросов радиации из электростанции в атмосферу (см. работу [5]).

2.7. Результаты метеорологического исследования должны быть использованы для того, чтобы подтвердить пригодность площадки; чтобы обеспечить базу для оценки площадки; чтобы, определить устарели ли метеорологические характеристики площадки с тех пор, как была проведена оценка площадки и перед началом эксплуатации электростанции; чтобы выбрать соответствующие модели рассеяния для данной местности; чтобы установить пределы радиоактивных выбросов в атмосферу; чтобы установить пределы для проектных показателей (например, ограничивающих нормы утечки и количества персонала в диспетчерской); и чтобы помочь доказать выполнимость аварийного плана.

## ПАРАМЕТРЫ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ НОРМАЛЬНЫХ И АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ

2.8. Следующие свойства и параметры должны быть оценены для радиоактивных источников:

- (a) Радиоактивность:
  - мощность выхода каждого важного нуклида и суммарная активность каждого важного нуклида, вышедшего за определенный промежуток времени;
  - изменение мощности выхода каждого важного нуклида;
- (b) Химические характеристики выбрасываемого материала;
- (c) Физические свойства выбрасываемого материала;
- (d) Геометрия и механизм выброса.

2.9. Следует собрать информацию по уровням фона активности в воздухе от естественных и искусственных источников.

## ПРОГРАММА ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

2.10. Программа метеорологических исследований также должна предназначаться для того, чтобы собирать и оценивать информацию о



следующих параметрах во время нормальной эксплуатации атомной электростанции:

- Специфические метеорологические параметры площадки, касающиеся вычислений рассеяния атмосферных загрязнений и статистических исследований;
- Специфические метеорологические параметры площадки, как определено в аварийном плане;
- Специфические метеорологические параметры площадки, касающиеся безопасной эксплуатации и подтверждения проектных основ электростанции (см. работы [6, 7]).

2.11. Программа метеорологических расчетов должна предоставлять данные для адекватного промежутка времени (по меньшей мере, один год), которые являются представительными для данной площадки перед началом строительства электростанции, и этот процесс должен продолжаться во время работы АЭС. Кроме того, эти данные должны быть сравнены с данными, собранными после завершения строительства электростанции, но до начала ее эксплуатации, для того, чтобы определить, необходимо ли вносить изменения в проектные основы или в допущения, сделанные в расчетной модели.

## МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОГРАММЫ

2.12. Собранные метеорологические данные должны быть совместимы по условиям их природы, сфере действия и погрешности с методами и моделями, в которых они будут использоваться для оценки радиационного воздействия на население и радиологического воздействия на окружающую среду для оценки каждой цели регулирования безопасности.

2.13. Зачастую на метеорологические измерения влияет ландшафт и особенности местности, такие как растительность и напочвенный покров, орографические особенности и конструкции АЭС (такие как градирни и мачты с метеорологическими датчиками), а также воздействия зданий на обтекающие воздушные потоки могут влиять на представительность полученных данных. При сборе метеорологических данных, нужно обратить внимание на предотвращение локальных эффектов от неправильного изменения значений измеряемых параметров.

2.14. Для того чтобы предоставить описание метеорологических условий, следующие данные должны быть получены одновременно:

- векторы ветра (т.е. направления и скорости ветра),
- специфические значения атмосферной турбулентности,
- осаджение,
- температуры воздуха,
- влажность,
- давление воздуха.

## СБОР ДАННЫХ

2.15. Должна быть уверенность в том, что собранные данные адекватно представляют локальные метеорологические условия (местности). Действия должны быть предприняты в соответствии с принятыми международными стандартами. Должны быть представлены данные, по крайней мере, за один год. Должна быть предоставлена информация указывающая в какой мере эти данные отображают метеорологические характеристики площадки за длительный промежуток времени. Эта информация может быть получена путем сравнения локальных данных с аналогичными данными за длительный промежуток времени от синоптических метеорологических станций на окружающей территории.

### **Расположение системы метеорологических измерений**

2.16. Метеорологическое оборудование должно быть установлено таким способом, чтобы получать данные, характеризующие условия рассеяния в точках выброса. Необходимо обследование ландшафта в диапазоне нескольких километров вокруг площадки атомной электростанции. Топографические особенности ,вызывающие интерес, включают в себя долины, основные горные хребты и береговые линии. Должны быть отмечены изолированные холмы, лесистые и засаженные деревьями области и большие искусственные строения. Нужно рассмотреть мелкие долины (менее 100 м в глубину и 5–10 км в ширину), поскольку они могут затронуть ветры более низкого уровня. Оборудование должно быть должным образом выставлено, и должно быть установлено достаточно удалено от всех препятствий для того, чтобы минимизировать их воздействие на измерения. Надпочвенный покров и растительность должны контролироваться в течении продолжительной программы исследования, чтобы избежать локальных воздействий.

2.17. Когда площадка располагается около международной границы, и необходимо расположить метеорологическое оборудование на территории соседней страны, а также должно быть заключено соглашение для установки и обслуживания оборудования и для сбора данных.

### **Характеристики ветра**

2.18. Для лучшего понимания состояний атмосферы на территории площадки, расположение и размещение оборудования должно быть установлено для максимального воздействия. Кроме того, приборы должны быть способны к получению данных, представляющих сплошной профиль ветра, по крайней мере, до высоты потенциальных выбросов.

2.19. Если скорость или направление ветра в регионе не изменяются значительно, тогда скорость и направление ветра в одном конкретном месте представительным для площадки могут быть измерены, для того чтобы получить непрерывную цепочку данных о поведении ветра на следующих уровнях:

- На высоте 10 м для целей сравнения и корреляции данных о ветре на площадке и данных о ветре от синоптической сети метеорологических станций;
- В точке, представляющей собой эффективную высоту выброса<sup>2</sup> (оцененную на основе предварительной информации).

2.20. В остальных случаях измерения должны быть сделаны более чем в одной точке. Например, там где важен эффект морских бризов, должна использоваться дополнительная метеорологическая станция, чтобы оценить характеристики диффузионного режима для морских бризов над сушей.

2.21. Получение метеорологических данных должно осуществляться, по крайней мере, ежечасно. Время усреднения и время осуществления выборки данных должны быть установлены в соответствии с целями регулирования. Приборы должны быть подготовлены к непрерывной

---

<sup>2</sup> Эффективная высота подъема выброса будет зависеть от плавучести шлейфа и от явления спутной струи.

регистрации для обеспечения того, чтобы собранные данные могли быть быстро сделаны доступными для тех участков (местности), где они используются.

2.22. Измерения параметров ветра на дополнительных станциях должны осуществляться одновременно с измерением других параметров.

### **Турбулентность в атмосфере**

2.23. Флуктуации метеорологических состояний являются прямыми индикаторами атмосферной турбулентности. В зависимости от модели, на турбулентность может быть указано посредством использования данных, относящихся к одному или более следующих пунктов:

- Флуктуации направления ветра (метод сигма–тета);
- Температура воздуха и вертикальный градиент температуры (метод дельта T);
- Скорость ветра и уровни солнечного излучения или облачность в течение дневного времени, и облачность или уровни остаточной радиации в ночное время (метод изоляции);
- Скорость ветра на различных высотах.

2.24. Для удовлетворения определенных целей регулирования (особенно относящихся к оценке площадки и проекта), характеристики рассеяния атмосферного слоя возможно определяются вариацией температуры от высоты по крайней мере, между двумя уровнями измерения. Эти уровни должны включать уровень, на котором измерен ветер.

2.25. Частота, продолжительность и время измерений вариации температуры с высотой следует увязывать с данными по ветру. Для сложных метеорологических ситуаций, например, связанных с орографией, измерений показателей турбулентности, сделанные только на площадке, могут быть недостаточными. В зависимости от особенностей региона может быть необходимо делать дополнительные измерения ветра и показателей турбулентности на расстоянии нескольких километров от площадки. В некоторых случаях обычные выбросы или экспериментальные (специальные) выбросы трассеров используются для разработки локальной диффузионной модели, которая часто является общей моделью с поправками, производными от значений величин концентраций примесей в воздухе, измеренных на территории площадки и в регионе.

2.26. В разрабатываемых диффузионных моделях, учитывающих специфику площадки, адекватную информацию следует получать исходя из пространственного и временного распределений ветра и температуры, чтобы можно было понять и определить траекторию примесей. Такаю информацию следует получать посредством программы натуральных измерений. Эту программу следует планировать таким образом, чтобы она проводилась в различные сезоны (времена года) и в различное время суток для того, чтобы метеоусловия были представительными, по крайней мере, за один год.

2.27. Если атмосферная турбулентность определяется посредством визуальных наблюдений облачности в различное время суток (метод изоляции), то наблюдения плотности облаков и высоты облаков следует увязывать с данными о ветре, одновременно измеренными на площадке.

### **Выпадение осадков и влажность**

2.28. О выпадениях осадков нужно сообщать, по крайней мере, ежечасно. Измерения интенсивности выпадений осадков и суммы атмосферных осадков, так же как и подробности относительно типа осадков, следует использовать для того, чтобы оценить влияние осадков на находящиеся в воздухе концентрации загрязняющих примесей и на загрязнение поверхности земли. Данные относительно влажности могут также помочь определять любое влияние градиен (например, обледенение или туман на шоссе и мостах, и эффекты распространения соли на растительный покров). Влажность воздуха может повлиять на рассеяние аэрозолей, поскольку она может увеличить коалесценцию (слипание, склеивание) частиц.

### **СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

2.29. Метеорологические средства измерений и системы следует экранировать, содержать в исправности, обслуживать, а также калибровать на регулярной основе для того, чтобы смягчить вредное влияние факторов внешней среды, таких как солнце, молнии, лед, песчаные бури и коррозионно-активные вещества.

2.30. При оценке точности средств измерений (аппаратуры), следует вводить поправки на ошибки вследствие передачи сообщения при помощи электрического кабеля, предварительного формирования

сигнала, солнечной радиации и последствий колебаний температуры окружающей среды. Точность и надежность оборудования следует обеспечивать посредством программы обеспечения качества, включая регулярное обслуживание и проверку.

2.31. Когда аппаратура Доплера-SODAR используется вместо высокой мачты, чтобы характеризовать измерения вектора ветра, система измерения все еще должна обслуживаться, чтобы записывать состояние (атмосферы) на высоте 10 м, также как и на других интересующих высотах (см. пункт 2.15).

## АНАЛИЗ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ

2.32. Существуют два основных этапа при анализе данных:

- (1) Определение средних значений переменных на постоянных (временных) интервалах;
- (2) Статистический анализ этих средних значений.

2.33. Вектор скорости на различных высотах и температурах следует усреднять, по крайней мере, раз в час, в то время как для других переменных, таких как солнечные уровни излучения и уровни осадков, период интеграции должен быть равен одному часу. Направление ветра следует усреднять как вектор, а скорость ветра – как скаляр по предписанному интервалу времени.

2.34. Для оценки площадки и проекта, следует выполнять статистические анализы для оценки как обычных выбросов, так и аварийных.

2.35. В зависимости от требований численной модели, анализ обычных выбросов может делать необходимым совместное частотное распределение направления ветра и скорости ветра для каждого класса устойчивости (трехмерная погодная статистика). Поскольку выбросы фильтруют, следует также уделять внимание классу осадков (четырёхмерная погодная статистика).

2.36. Анализ постулированных (проектных) аварийных выбросов радиоактивных продуктов может включать вероятность появления (формирования) различных наборов метеорологических состояний для различных периодов времени сверх длительности аварии, например, для

первых часов после проектной аварии, для первого дня, для первой недели и сверх баланса продолжительности аварии.

2.37. Информация необходимая для оценок доз от радиоактивных материалов включает:

- (a) параметры источника выброса радиоактивных материалов в атмосферу и их изменения во времени;
- (b) атмосферные, физические и физико-химические характеристики, отвечающие за перенос, диффузию и взвешенность радиоактивных материалов;
- (c) значимые пищевые цепочки, ведущие к людям;
- (d) характеристики постоянного и мигрирующего населения, включая их сельскохозяйственную, промышленную, рекреационную и институциональную деятельность.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО РАССЕЙЯНИЯ<sup>3</sup>

2.38. Атмосферные модели рассеяния (примесей) обычно применяемые при оценке площадки и проекта атомных электростанций включают в себя следующие цели:

- (1) Показать краткосрочные (несколько часов) нормированные концентрации<sup>4</sup> и величин отложений (выпадений) для того чтобы оценить возможность возникновения высоко нормированных концентраций и уровней загрязнения вследствие проектных аварий;
- (2) Показать для более длительного времени (до одного месяца) проинтегрированные по времени нормированные концентрации и величины отложений (выпадений) для проектных аварий;
- (3) Показать долгосрочные (приблизительно один год) интегрированные по времени величины отложений (выпадений) для проектных аварий

---

<sup>3</sup> Если публикации, на которые ссылается это Руководство по безопасности используются для моделирования рассеяния, то должна быть проверена применимость модели к конкретному участку местности и состоянию электростанции (нормальная работа или аварийные условия), поскольку эти ссылки конкретно не указывают проблемы, которые могут возникнуть при оценке площадки для АЭС.

<sup>4</sup> Термин 'нормированная концентрация' в данном случае означает отношение фактической концентрации к мощности выброса.

Эти модели рассеяния в атмосфере служат для расчета концентраций, которые могут быть пригодны для нормальных (проектных) или аварийных выбросов.

2.39. Как только радиоактивный газ или аэрозоль попадает в воздух, он переносится и рассеивается способами, обусловленными их собственными физическими свойствами и свойствами окружающей атмосферы, куда они выброшены. Примеси поступают в атмосферу с некоторой скоростью и температурой, которые, вообще говоря, отличаются от таковых в окружающей атмосфере. Движение примеси имеет вертикальную компоненту вследствие вертикальной скорости и различий в температуре, до тех пор, пока эти различия продолжаются. Этот вертикальный подъем примеси, так называемая “высота подъема шлейфа выброса”, изменяет эффективную высоту точки выброса. Путь примеси подвергается влиянию модификаций потока рядом с препятствиями, такими как здания и конструкции. Применяемая(-ые) модель(-и) должна(-ы) учитывать эти эффекты.

2.40. Выброс, пока он подвергается таким явлениям как высота подъема шлейфа выброса, перенос и диффузия, может также быть подчинен следующим процессам:

- (a) радиоактивный распад и накопление продуктов распада;
- (b) «мокрое» осаждение:
  - вымывание дождем и/или снегом (при котором пар или аэрозоль очищаются каплями воды или снежинками в облаке и выпадают в виде осадков);
  - вымывание (при котором пар или аэрозоль, находясь под облаком, очищаются выпадающими осадками);
  - вымывание туманом (при котором пар или аэрозоль очищаются каплями воды в тумане);
- (c) сухое осаждение:
  - седиментация аэрозолей или гравитационное осаждение (для частиц диаметром около и более 10 мкм);
  - осаждение аэрозолей и адсорбция паров и газов на препятствиях по направлению ветра;
- (d) образование и коалесценция аэрозолей;
- (e) вторичный подъем материалов, осажденных на поверхностях.

Эти эффекты могут быть выражены математически, и они должны быть рассмотрены в численных моделях, когда это соответствует целям регулирования.



2.41. Численные модели для рассеяния примесей в атмосфере следует выбирать в соответствии с целями регулирования, а также по возможности следует принимать во внимание особенности площадки и/или электростанции.

2.42. Методы и математические уравнения, используемые в моделях для показателей турбулентности и для вычисления рассеяния примесей в атмосфере, высоты подъема шлейфа выброса и эффективной высоты выброса, и проинтегрированных по времени концентраций, также как и общих процедур для оценки рассеяния и методики оценивания вторичного подъема осажденных материалов обсуждаются в работах [4, 5]. Они не обсуждаются в этом Руководстве по безопасности.

## ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ

2.43. Исходный материал следует хранить до тех пор пока не будут выполнены классификация данных и статистический анализ. Ежечасные получаемые с помощью программы метеорологических исследований усредненные величины следует хранить в течение всего времени жизни предприятия. Данные, усредненные за короткие периоды времени (меньше чем за один час), следует хранить непрерывно для целей аварийного реагирования и восстановления, поскольку они могут использоваться для оценки рассеяния струи в случае аварийного выброса.

2.44. Программу для регионального метеорологического исследования и всей относящейся к нему информации следует документировать для целей оценки площадки и проекта и для использования в планах аварийного реагирования.

## **3. ПЕРЕНОС И ДИФФУЗИЯ ПРИМЕСЕЙ СБРОШЕННЫХ В ГИДРОСФЕРУ**

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Гидросфера является основным путем радиационного воздействия, по которому радиоактивные материалы, как правило, вышедшие в

плановом или неплановом порядке из атомной электростанции, могут распространяться в окружающей среде и переноситься туда, где вода используется населением данного региона. Радионуклиды быстро распространяются в некоторых поверхностных водах, таких как реки, и очень медленно в подземных водах. В данном разделе отдельно рассматривается рассеяние примесей, попавших в поверхностные и подземные воды.

3.2. Следует выполнить детальное исследование гидросферы в регионе. Следует провести расчеты рассеяния и концентраций радионуклидов, чтобы показать, допустимы ли радиологические последствия обычных и аварийных выходов радиоактивных материалов в гидросферу. Результаты этих вычислений могут использоваться для демонстрации согласия с допустимыми национальными пределами сбросов радиоактивных примесей [5].

3.3. Информация, необходимая для получения оценки доз, относящаяся к путям облучения через гидросферу включает:

- параметры источника сброса радиоактивных материалов в окружающую среду;
- гидрологические, физические, физико-химические и биологические характеристики, отвечающие за перенос, диффузию и удержание радиоактивных материалов;
- значимые пищевые цепочки, ведущие к людям;
- места расположения и количества воды, используемой для питья и для промышленных, сельскохозяйственных и рекреационных целей;
- диета и другие важные привычки населения, включая специальную профессиональную деятельность, такую как обработка рыболовных принадлежностей и развлекательные мероприятия, такие как водные спортивные состязания и лов рыбы.

3.4. Результаты исследования гидросферы следует использовать для следующих целей: для подтверждения пригодности площадки; для выбора и калибровки подходящей модели рассеяния для данной площадки; для установления допустимых пределов радиоактивных сбросов в воду; для оценки радиологического воздействия сбросов; и для содействия в демонстрации выполнимости плана аварийного реагирования. Их также следует использовать для разработки программы мониторинга и стратегии отбора и контроля проб для использования в случае аварийного радиоактивного сброса.

## ПАРАМЕТРЫ РАДИОАКТИВНОГО ИСТОЧНИКА ПРИ НОРМАЛЬНЫХ И АВАРИЙНЫХ СБРОСАХ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ И ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

3.5. Для радиоактивных сбросов следует оценивать следующие свойства и параметры:

- (a) Радиоактивность:
  - скорость сброса каждого важного радионуклида, и оценка полной активности, выброшенной в определенный период и его способность к фиксации на грунте;
- (b) Химические свойства, включая:
  - концентрации важных анионов и катионов, их оксидов и комплексных соединений (например,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ );
  - органическое содержание;
  - pH
  - концентрацию растворенного кислорода, и удельную электропроводность и концентрацию связанных загрязняющих веществ;
- (c) Физические свойства вышедших жидких отходов:
  - температура;
  - плотность;
  - масса и гранулометрия взвешенных твердых частиц;
- (d) Скорости течения для продолжительных сбросов, или объем и частота для периодических сбросов;
- (e) Изменение параметров источника сверх длительности сброса, что необходимо для оценки концентраций вследствие длительных сбросов;
- (f) Геометрия и механизмы сбросов.

3.6. Любой распространяющийся в воздухе радиоактивный материал, осажденный на земную поверхность или на поверхностные воды, может попасть в подземные воды путем инфильтрации. Должна быть оценена возможность косвенного загрязнения поверхностных вод, а также возможность загрязнения подземных вод от поверхности.

## ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

3.7. Программу мониторинга следует утверждать как для поверхностных, так и для подземных вод. Целью такой программы является

обеспечение основы для оценки площадки и для того, чтобы определить, изменились ли гидрологические характеристики региона с момента (предыдущей) оценки площадки и перед началом работы электростанция

3.8. Программа мониторинга подземных вод следует разрабатывать приблизительно за два года до начала строительства электростанции. Мониторинг площади застройки следует осуществлять еще до начала строительных работ нулевого цикла для того, чтобы выявить возможные изменения режима подземных вод, а мониторинг следует продолжать и после завершения строительства.

3.9. Подземные воды контролируются посредством взятия проб из буровых скважин и колодцев. Пробы подземных вод также могут быть взяты из родников или из естественных впадин. Программу мониторинга следует продолжать в течение всего времени жизни электростанции. Все это время буровые скважины и колодцы следует поддерживать в рабочем состоянии.

3.10. Выполнение программы мониторинга поверхностных вод также следует начинать задолго до начала строительства электростанции и выполнять в течение всего времени ее жизни .

3.11. Взятие проб поверхностных и подземных вод следует осуществлять регулярно с интервалами, которые будут зависеть от периодов полураспада радионуклидов, которые могут быть потенциально выброшены.

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

### **Необходимые данные**

3.12. Данные, необходимые для гидрологического анализа поверхностных вод площадки для атомной электростанции, приходят из разных источников. Существующая гидрометеорологическая сеть обычно предоставляет достаточные данные. Однако, их следует верифицировать перед использованием.

3.13. потребности в представленных здесь данных относятся к стандартным численным методам. Для усовершенствованных моделей, потребности в данных зависят от модели, которая использовалась для

того, чтобы удовлетворить наиболее существенные цели регулирования. Отдельные параметры, необходимые для оценки моделей переноса радионуклидов в водной среде рассмотрены в работах [4, 5].

3.14. Обычно водоемы вблизи атомных электростанций, удаленных от рек, устьев, открытых береговых зон больших озер, морей и океанов, являются искусственными водохранилищами. Набор гидрологических данных при расположении около различных типов водоемов рассматривается далее.

#### *Площадки около рек*

3.15. Для площадок, расположенных около рек, гидрологические и другие данные должны охватываться следующие аспекты:

- (a) Геометрия (конструкция) канала, определяемая средней шириной, средней площадью поперечного сечения и средним наклоном выше по течению реки (уровень воды может быть вычислен из геометрии канала и скорости течения). Если имеются такие нарушения как мертвые зоны или гидрооборудование в потоке, которые могут влиять на рассеяние струи сброса, то их следует описать. Представляют интерес дополнительные измерения вниз по течению геометрии канала, которые следует делать по мере необходимости, чтобы оценить процесс рассеяния выше по течению реки.
- (b) Скорость течения реки представляемая как ежемесячные средние величины инверсии ежедневных (скоростей) течения. Инверсия скорости течения используется тогда, когда полностью смешанная концентрация пропорциональна обратной величине скорости течения, если не учитывать эффекты сорбции за счет седиментации. Скорости течения других значимых и важных водоемов (таких как притоки, находящиеся ниже по течению реки) должны быть вычислены, если они оказывают влияние на рассеяние.
- (c) Экстремальные значения скорости течения, оцененные на основе доступных исторических данных.
- (d) Временные вариации уровня воды выше по течению.
- (e) Вариации уровня воды и скорости течения, обусловленные приливами в случае если на реке бывают приливы.
- (f) Данные для описания возможных взаимодействий между речной водой и подземными водами, и идентификация тех областей (участков) канала, где (из-за которых) количество воды в реке может увеличиваться или уменьшаться за счет подземных вод.

- (g) Температура реки, измеренная в показательном (представительном) месте, в котором по крайней мере, более года не было загрязнения и выраженная в виде ежемесячных средних величин температуры получаемых после усреднения ежедневных (в течение месяца) температур.
- (h) Толщина верхнего слоя, если в реке имеет место температурная стратификация воды.
- (i) Экстремальные значения температуры, оцененные на основе доступных исторических данных.
- (j) Концентрации взвешенного вещества измеренные:
  - в местах ниже тех участков, где река замедляется, истощается или подпитывается притоками ;
  - по дискретным образцам (пробам) на подходящих (определенных временных) интервалах (таких как каждые два месяца, для случая когда, по крайней мере, в течение одного года не было загрязнения);
  - сверх обоснованного диапазона (скоростей) течения, чтобы установить кривые (скоростей) течения в сравнении со скоростью седиментации и/или эрозии;
- (k) Характеристики внесенных отложений, включая минеральные и/или органические композиции и классификацию по размерам;
- (l) Коэффициенты распределения отложений и взвешенных веществ для различных радионуклидов, которые могут быть выброшены;
- (m) Фоновые уровни активности воды, осадков и водного продовольствия вследствие естественных и искусственных источников;
- (n) Сезонные циклы фитопланктона и зоопланктона, с, по крайней мере, периодами их наличия и циклического развития их биомассы;
- (o) Периоды нереста и циклы питания основных разновидностей рыб.

#### *Площадки в устьях рек*

3.16. Для площадок, расположенных в устьях рек, следует систематизировать следующую информацию:

- (a) Распределение минерализации, определяемое вдоль нескольких вертикалей, перекрывающих различные поперечные сечения зон интрузии солености. Данных должно быть достаточно для того, чтобы очертить модель течения по направлению к устью в верхнем слое и по направлению к внутренним областям в нижнем уровне совершенно или частично разнородного устья.

- (b) Оценки смещений осадка, масса взвешенного вещества, скорость накопления осажденных слоев отложений и движение этих отложений с приливами и отливами.
- (c) Характеристики канала в достаточной мере в верх по течению (канала) на площадке для моделирования максимального пути вверх по течению радиоактивных примесей, если они (характеристики) применимы.
- (d) Коэффициенты распределения осадков и взвешенных веществ для различных радионуклидов, которые могут быть выброшены.
- (e) Уровни фона активности в воде, осадках и водного продовольствия (например, для рыб) за счет естественных и искусственных источников.
- (f) Сезонные циклы фитопланктона и зоопланктона, с, по крайней мере, периодами их наличия и циклического развития их биомассы.
- (g) Периоды нереста и циклы питания основных разновидностей рыб.

3.17. Измерения температуры воды, минерализации и других характерных параметров качества воды в устьях рек следует проводить на определенных глубинах, расстояниях и в определенные моменты времени в зависимости от течения реки, уровней приливов и отливов и конфигурации водоема в различных сезонах.

*Площадки на открытых берегах больших озер, морей и океанов*

3.18. Для площадок, расположенных на берегах больших озер, морей и океанов гидрологическая информация должна включать следующие сведения:

- (a) Общая конфигурация берега и дна в регионе и уникальные особенности береговой линии вблизи (точки) сброса. Данные по измерению глубин на расстоянии нескольких километров и данные о количестве и характере отложений в водах шельфа.
- (b) Скорости, температуры и направления любых прибрежных течений, которые могли влиять на рассеяние выброшенных радиоактивных материалов. Измерения следует проводить на соответствующих глубинах и расстояниях, зависящих от профиля дна и расположения точки сброса.
- (c) Продолжительность стагнации и характеристики точек течений. После стагнации инверсия в течениях обычно ведет к крупномасштабному массовому обмену между прибрежными и находящимися на

некотором расстоянии от берега водами, что эффективно перемещает загрязняющие вещества с береговой зоны.

- (d) Температурная стратификация водных слоев и ее изменения во времени, включая положение температурного скачка и его сезонные изменения.
- (e) Масса взвешенного вещества, скорости осаждения и коэффициенты распределения осадка, включая данные о перемещениях осадка, характеризующиеся определением хотя бы в областях с высокими скоростями накопления осадка.
- (f) Уровни фоновой активности в воде, осадках и водном продовольствии (например, для рыб) вследствие естественных и искусственных источников.
- (g) Сезонные циклы фитопланктона и зоопланктона, с, по крайней мере, периодами их наличия и циклического развития их биомассы.
- (h) Периоды нереста и циклы питания основных разновидностей рыб.

*Площадки возле искусственно созданных человеком водохранилищ*

3.19. Для площадок, расположенных возле водохранилищ, гидрологическая информация должна включать следующее:

- (a) Параметры геометрии водохранилища, включая длину, ширину и глубину в различных точках;
- (b) Режимы заполнения и опустошения (водоема);
- (c) Ожидаемые месячные колебания уровня воды;
- (d) Качество воды при заполнениях (водоема), включая температуру и взвешенные твердые частицы;
- (e) Данные о температурной стратификации и ее сезонном изменении для значимых объемов воды;
- (f) Взаимодействие с подземными водами;
- (g) Характеристики донных отложений (тип и количество);
- (h) Коэффициенты распределения осажденных и взвешенных веществ для различных радионуклидов, которые могут быть сброшены ;
- (i) Скорость осаждения осадков;
- (j) Уровни фоновой активности в воде, осадке и водном продовольствии вследствие естественных и искусственных источников;
- (k) Сезонные циклы фитопланктона и зоопланктона, с, по крайней мере, периодами их наличия и циклического развития их биомассы;
- (l) Периоды нереста и циклы питания основных разновидностей рыб.



## **Моделирование рассеяния радионуклидов в поверхностных водах**

3.20. Множество моделей пригодно для расчета рассеяния в поверхностных водах материала, возникнувшего в результате обычных или аварийных сбросов [4, 5]. Усовершенствованные модели следует использовать для особо сложных условий (см. сноску 3).

3.21. Три основные группы моделей представляют собой следующее:

- (1) Усовершенствованные численные модели преобразовывают базовые уравнения рассеяния радионуклидов в форму конечных разностей или конечных элементов. Такие модели позволяют при анализе учесть большинство значимых физических явлений.
- (2) Модели рамочного типа обрабатывают сплошное водное пространство или его отдельные участки, как состоящие из гомогенных частей. В модели такого типа средние концентрации вычисляются для каждой части, а константы переноса настраиваются так, чтобы соотносить переменные для одной части с их значениями в прилегающих частях. Большинство моделей имеющих дело со взаимодействиями между радионуклидами и осадком являются моделями этого типа.
- (3) Численные модели решают основные уравнения, описывающие перенос радионуклидов, с основными упрощениями, касающимися геометрии водоема и коэффициентов рассеяния. Эта группа моделей наиболее часто используется в поверхностном гидрологическом анализе.

3.22. Дополнительно могут использоваться методы Монте-Карло для моделирования геометрии водоема и имитации частиц. В большинстве случаев при оценке площадки для атомной электростанции используются стандартные численные модели 2 и 3 групп, описанные выше. Выбор модели должен основываться на типе сброса (поверхностный или подводный), типе водоема (река, устье, водохранилище, большое озеро или океан) и на том, для каких целей используется вода. При выборе метода должны быть учтены значения параметров источника при нормальной работе и при возможных аварийных условиях, требуемая точность и тип воздействия на воду.

3.23. Результаты, полученные с помощью численной модели, следует сравнивать с лабораторными данными или натурными данными, для конкретной площадки. Такая проверка (данных) обычно имеет

ограниченную область применения, которую следует определить с полным пониманием модели.

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

### **Общие положения**

3.24. Выброс радиоактивного материала из атомной электростанции может загрязнить систему подземных вод в регионе прямым или косвенным путем, через землю, атмосферу или поверхностные воды, следующими тремя способами:

- (1) Косвенный сброс в подземные воды через просачивание и инфильтрацию поверхностных вод, которые были загрязнены радиоактивным материалом, выброшенным из атомной электростанции;
- (2) Просачивание в подземные воды радиоактивных жидкостей из бака-хранилища или резервуара;
- (3) Прямой сброс из атомной электростанции; авария на электростанции может вызвать такое событие и радиоактивный материал может попасть в систему подземных вод. Защиту водоносных горизонтов от подобных событий следует рассматривать в анализе безопасности для постулированных аварийных условий, а также следует рассматривать геологические барьеры для обеспечения защиты подземных вод.

3.25. Оценка гидрогеологических характеристик должна определять следующее:

- Оцененную концентрацию радиоактивного материала в подземных водах в ближайшей точке региона, где подземные воды потребляются населением;
- Пути переноса и время прохождения радиоактивного материала от точки сброса до точки источника потребления;
- Транспортная способность поверхностного потока, слияния потоков и подпитывание подземных вод;
- Восприимчивость к загрязнению водоносных горизонтов на различных уровнях; и
- Временное и пространственное распределение концентраций радиоактивного материала в подземных водах вследствие радиоактивных сбросов из электростанции.

## ДАННЫЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

3.26. Гидрогеологическое исследование в рамках оценки площадки атомной электростанции включает региональные и локальные исследования, использующие сравнительно стандартные поверхностные геофизические обследования и программы бурения скважин для геофизического исследования и исследования с помощью радиоактивных индикаторов.

### *Региональная и местная гидрогеологическая информация*

3.27. Как местную так и региональную информацию следует собирать для идентификации гидрогеологической системы и предпочтительных путей течения. Информация, которая будет собрана, должна включать:

- климатологические данные;
- первоначальные концентрации радионуклидов;
- главные гидрогеологические области, их гидродинамические параметры и возрасты, или средние продолжительности обмена подземных вод;
- взаимосвязь между расходом (убыль) и приходом (прибыль) воды;
- данные по поверхностной гидрологии.

### *Климатологические данные*

3.28. В регионах, где дождевые осадки вносят значительный вклад в подземные воды, гидрометеорологические данные по сезонным и ежегодным дождевым осадкам и по суммарному испарению, которые систематически собирались, следует анализировать за столь долгий период, за который они доступны. Из метеорологических данных (данных о количестве осадков) следует вычислять подпитку подземных вод. Альтернативно при оценке круговорота воды могли бы применяться трассеры (химические или изотопные) для вычисления подпитки подземных вод.

### *Основные гидрогеологические единицы (области)*

3.29. Данные следует получать по типам различных геологических формаций в регионе и их стратиграфическому распределению для того, чтобы охарактеризовать региональную систему и ее взаимосвязь с локальными гидрогеологическими единицами.

3.30. Достаточно детально должны быть изучены геология и поверхностная гидрология территории площадки, чтобы указать возможные пути загрязнения поверхностных и подземных вод. Должны быть определены любая система наружного дренажа или непроточный водоем, доступные для точки возможного сброса в случае аварии. Следует определить территории, с которых загрязненные поверхностные воды могут непосредственно поступить в водоносный горизонт. Значимая гидрогеологическая информация для поверхностных или околоповерхностных сбросов включает информацию относительно свойств почвенной влаги, скоростей пропитывания, конфигурации ненасыщенных зон и химических свойств удержания при условиях ненасыщенности.

3.31. Для рассмотрения транспортного потенциала просачивания и подземных вод в регионе площадки (несколько десятков километров в радиусе), следует получить сведения относительно типов водоносных горизонтов, слабопроницаемых для воды слоев и водоупоров, их взаимосвязях и скоростей потока, и средней продолжительности обмена. Такие данные позволят охарактеризовать региональную модель потока и ее связь с локальным характером движения потока просачивания и подземных вод. Это исследование должно включить следующие данные:

- Геологические данные: литология, толщина, протяженность, степень гомогенности и степень поверхностной эрозии геологических структур;
- Гидрогеологические данные: гидравлические функции ненасыщенной зоны, и гидравлические удельные электропроводности и проницаемости, специфическое поле и коэффициенты накопления, параметры рассеяния и гидравлические градиенты насыщенной влагой зоны для каждой геологической структуры;
- Зависящие от глубины возрасты воды и средние продолжительности времен обмена;
- Взаимосвязь между водоносными горизонтами и слабопроницаемыми для воды слоями без использования и с использованием подземных вод;
- Химический состав подземных вод из соответствующих водоносных горизонтов и слабопроницаемых для воды слоев по сравнению с их литологией;
- Физические свойства подземных вод, особенно температура, газосодержание и плотность;
- Изменения уровней воды в колодцах и добывающих шахтах и в стоках родников и рек;

- Местоположения действующих и потенциальных водосточных колодцев в регионе.

*Характеристики опорного давления воды гидрогеологических (структур) единиц*

3.32. Следует собрать информацию по опорному давлению воды основных гидрогеологических единиц, включая информацию относительно следующих свойств:

- содержание влажности;
- пористость и объемная плотность;
- специальный выход для неограниченных водоносных горизонтов и коэффициенты накопления для ограниченных водоносных горизонтов;
- гидравлическая удельная электропроводность или пропускающая способность;
- проницаемость для полностью насыщенных влагой ограниченных водоносных горизонтов.

31.33. Для значимых гидрогеологических единиц следует собирать информацию о следующих химических и физических свойствах подземных вод:

- концентрации и окисление, и комплексообразующие состояния важных анионов и катионов и их наличие в органических соединениях;
- содержание органических и биологических веществ;
- pH
- Eh;
- температура;
- сорбционные характеристики.

*Взаимосвязь между подземными и поверхностными водами*

3.34. Следует определить пределы и степень гидравлических связей между объемами поверхностных и подземных вод. Следует изучить топографические и геологические карты для того чтобы идентифицировать линии или области, где такие гидравлические соединения между поверхностными и подземными водами присутствуют. Следует оценить величины объемов обменов, и определить соответствующие им режимы обмена.

## **Моделирование рассеяния и удержания радионуклидов в подземных водах**

3.35. Были развиты модели для того, чтобы вычислять рассеяние и удержание радионуклидов, попавших в подземные воды. Стандартные численные модели в целом удовлетворительны и их следует использовать в большинстве случаев. Сложность выбранной модели должна отражать сложность гидрогеологической системы конкретной площадки.

3.36. Упрощенные оценки следует проводить с консервативными допущениями и данными для оценки последствий ретулированных (проектных) аварийных утечек радиоактивных веществ в подземные воды. Далее, в случае необходимости, следует проводить более точный анализ с более реалистичными предположениями и допущениями и моделями.

3.37. Направление движения подземных вод и переноса радионуклидов, как правило, ортогонально контурам на уровне подземных вод. Там, где это выполняется, следует использовать стандартные численные модели. Если водоносные горизонты — сильно анизотропные, и вода и транспортируемые примеси могут двигаться выше ограниченной области через трещины, то большинство численных моделей не пригодны. Исследования этой области, включая исследование изотопными трассерами, могут быть необходимы и их следует рассмотреть.

3.38. Аналитические модели переноса радионуклидов в подземных водах имеют несколько источников неопределенности. Используемую модель следует утверждать для каждой отдельной задачи. Утвержденные гидрогеологические модели, которые будут применяться к сходным характеристикам площадки, следует рассматривать в качестве рекомендации для сравнения.

3.39. Документация, созданная с помощью программы мониторинга поверхностных и подземных вод, должна следовать рекомендациям, сделанным в Секции 7.

## **4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И ВОДЫ В РЕГИОНЕ ПЛОЩАДКИ**

4.1. Эксплуатация атомной электростанции может влиять на население на близлежащей территории, а также на местную и региональную

окружающую среду. Следует исследовать использование земли и воды в части, касающейся оценки воздействия на окружающую среду для данной площадки. Для доказательства выполнимости аварийного плана реагирования должны быть рассмотрены особенности использования земли и воды в регионе.

4.2. Исследования должны охватывать:

- (a) земли, отведенные под сельское хозяйство, их протяженность, основные зерновые культуры и их урожай;
- (b) земли, отведенные под молочное сельское хозяйство, их протяженность и количество полученного продукта;
- (c) земли, отведенные под промышленные, рекреационные и институциональные цели, их протяженность и особенности использования;
- (d) водоемы, отведенные под коммерческое, частное и рекреационное рыболовство, включая тонкости разновидностей рыбной ловли, их распространенность и улов;
- (e) водоемы, используемые для коммерческих целей, включая навигацию, общественное водоснабжение, ирригацию и рекреационные цели такие как купание и парусный спорт;
- (f) земли и водоемы, поддерживающие живую природу и домашний скот;
- (g) прямые и косвенные пути возможного радиоактивного загрязнения по пищевым цепочкам ;
- (h) импортированные в регион или экспортированные из него продукты, которые могут формировать часть пищевых цепочек ;
- (i) растительные пищевые продукты такие как грибы, ягоды и морские водоросли.

4.3. Фактическое использование воды, которое могло бы повлиять на изменения температуры воды и радиоактивные материалы, выброшенные из атомной электростанции, вместе с местоположением, характером и степенью использования следовало бы идентифицировать. Также следует рассматривать изменения в использовании воды в регионе, такие как ирригация, лов рыбы и рекреационная деятельность.

4.4. Специальному рассмотрению следует подвергнуть населенные пункты, для которых питьевую воду получают из водоемов, которые могут быть подвержены воздействию атомной электростанции. В рамках возможного будущий расход и потребление воды следует проектировать

на время большее чем время жизни электростанции. Это может привести к изменениям в критической группе населения<sup>5</sup>.

4.5. Для территорий, где питьевая вода добывается из родников, колодцев или других источников подземных вод, следует изучить движение и качество подземных вод.

4.6. Данные относительно различного использования воды должны включать следующие аспекты:

- (a) Для воды, используемой людьми и животными для питья, и для муниципальных и промышленных целей:
  - средние и максимальные скорости отбора воды пользователями;
  - удаленность водозаборного сооружения от потенциального источника радиоактивного сброса;
  - режим расхода воды;
  - количество водопользователей.
- (b) Для воды, используемой для ирригации:
  - скорость водопотребления;
  - площадь орошаемой земли;
  - типы и урожаи сельскохозяйственных продуктов, и их обычные потребители.
- (c) Для воды, используемой для рыболовства:
  - размеры зон рыболовства, их распространенность и улов в водах, используемых для коммерческого, частного и рекреационного рыболовства.
- (d) Для воды, используемой в рекреационных целях:
  - количество людей занимающихся плаванием, греблей и другим рекреационным водопользованием, и время, которое тратится на эти действия.

4.7. Эти исследования должны охватить довольно большую площадь в регионе вокруг площадки. Если атомная электростанция расположена на берегу реки, то следует определить пользователей вниз по течению

---

<sup>5</sup> Критическая группа — это группа членов общества, которая довольно однородна в плане воздействия на нее заданного источника излучения и заданных путей воздействия, и для них (членов) типично получение самой высокой эффективной или эквивалентной дозы (в зависимости от применения) заданным путем воздействия от заданного источника.



относительно площадки. Если площадка расположена возле озера, то следует определить всех пользователей озера. Если площадка расположена на побережье океана, то следует определить всех пользователей моря на расстоянии нескольких десятков километров во всех направлениях.

4.8. Следует собрать информацию относительно уровней фоновой активности для экологически важных субстанций, таких как почва, и для овощей и других пищевых продуктов.

## **5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ**

5.1. При оценке площадки для атомной электростанции следует изучить распределение и характеристики населения региона. Целями изучения должны являться:

- оценка потенциального радиологического воздействия обычных (проектных) и аварийных радиоактивных выбросов; и
- поддержка в демонстрации выполнимости аварийного плана реагирования.

5.2. Когда площадка располагается вблизи государственной границы, должно быть соответствующее сотрудничество с соседними странами, расположенными поблизости от атомной электростанции. Следует приложить усилия для обмена информацией, относящейся к электростанции. Информацию, касающуюся электростанции, следует предоставлять по запросу соседних стран для того, чтобы можно было оценить любое возможное воздействие электростанции на их территорию.

5.3. Внешняя зона включает территорию непосредственно окружающую площадку, где расположена атомная электростанция, на которой распределение населения, плотность населения, скорость прироста населения, промышленная деятельность, и использование земли и воды рассматриваются относительно выполнимости осуществления чрезвычайных мер.

5.4. Термин «настоящее население» включает две категории – это постоянное и временное население. Данные относительно «настоящего

населения» во внешней зоне должны быть получены от местных властей или посредством специальных обследований территории, и эти данные должны быть настолько точны и современны, насколько это возможно. Подобные данные также следует собирать по всему региону вне внешней зоны на расстояниях, определенных в соответствии с государственной практикой и целями регулируемыми безопасностью. Данные должны включить количество людей, обычно находящихся на территории, расположение домов, больниц, тюрем и других учреждений и рекреационных сооружений, таких как парки и пристани для яхт.

5.5. Информация относительно постоянного населения и его распределения по региону должна включать сведения относительно рода занятий, места работы, средств связи и типичного суточного питания жителей. Если крупный или более мелкий город региона связаны с главным промышленным производством, то это также следует рассматривать.

5.6. Информация относительно временного населения должна охватывать:

- краткосрочное мигрирующее население, такое как туристы и бродяги; и
- долгосрочное мигрирующее население, такое как сезонные жители и студенты.

5.7. Следует оценить максимальную численность временного населения и периоды его пребывания во внешней зоне. Должны быть идентифицированы особые типы учреждений, такие как школы, больницы, тюрьмы и военные базы в пределах внешней зоны для целей аварийного планирования. В области вне внешней зоны следует оценить максимальную численность временного населения вместе с периодами его пребывания.

5.8. Прогноз фактического населения региона следует сделать для:

- для ожидаемого года ввода в эксплуатацию электростанции;
- для выбранных лет (например, каждый десятый год) на протяжении всего времени жизни электростанции.

5.9. Прогнозы следует сделать на основе скорости прироста населения, тенденций миграции и планов возможного развития региона.

Прогнозируемые цифры для двух категорий постоянного и временного населения следует экстраполировать отдельно при наличии данных.

5.10. Данные следует проанализировать для того, чтобы дать как текущее так и прогнозируемое распределение населения, зависящее от направления и удаленности от электростанции.

5.11. Следует идентифицировать критическую группу (населения), связанную с каждой атомной электростанцией. Следует рассмотреть критические группы населения (см. сноску 5) со специфическими особенностями питания и особенностями местоположения для отдельных видов деятельности в регионе. Представители критических групп могут находиться за пределами национальных границ.

5.12. Собранные относительно населения данные, следует представлять в соответствующем формате и объеме, чтобы обеспечить их корреляцию с остальными значимыми данными, такими как данные по рассеянию загрязнений в атмосфере и по использованию земли и воды. Следует ясно обозначить две категории постоянного и временного населения. Обычно данные относительно населения следует представлять или табличной форме или графически, с использованием концентрических окружностей и радиальными секторами с площадкой в начале координат. Больше подробностей следует давать о территориях, расположенных вокруг площадки, особенно в пределах внешней зоны.

#### *Суждения касающиеся радиологического воздействия*

5.13. Результаты изучения характеристик и распределения населения, вместе с результатами, полученными по рассеянию радиоактивных веществ, выброшенных в атмосферу, поверхностные и подземные воды, следует использовать при доказательстве того, что для предлагаемой площадки и проекта, и для нормальной эксплуатации, радиологическое воздействие на население должно оставаться настолько низким, насколько это практически достижимо и, в любом случае, будет находиться в пределах, установленных в национальных требованиях (по радиационной безопасности) и в Основных нормах безопасности (Ссылка [3]), даже для критических групп, упомянутых в параграфе 5.11.

5.14. Информацию, подобную упомянутой в пункте 5.13, следует использовать также для доказательства того, что на выбранной площадке радиологический риск для населения, который может быть результатом

аварийных ситуаций на электростанции, включая те, которые могут привести к реализации чрезвычайных мер, является приемлемо малым и соответствует национальным требованиям, с учетом международных рекомендаций.

5.15. Если после полной оценки показано, что не могут быть разработаны соответствующие мероприятия для выполнения национальных регулирующих требований, а технические аспекты обеспечения безопасности электростанции не могут быть в дальнейшем усовершенствованы, то площадку нельзя считать приемлемой для атомной электростанции данного типа.

## **6. РАССМОТРЕНИЕ ВЫПОЛНИМОСТИ АВАРИЙНОГО ПЛАНА**

6.1. Перед окончательным одобрением площадки для атомной электростанции следует показать возможность выполнимости аварийного плана. На выбранной площадке не должно быть никаких неблагоприятных условий, которые могли бы препятствовать защите или эвакуации населения региона или доступу или выходу (с территории) внешних служб, привлекаемых для ликвидации аварии.

6.2. Выполнимость аварийного плана для атомной электростанции следует показывать на основе характерных для данной площадки особенностей природных условий и состояния инфраструктуры региона. В данном контексте, под инфраструктурой понимают транспортную и коммуникационные сети, промышленную деятельность и, в общем, все то, что может влиять на быстрое и свободное перемещение людей и транспортных средств в регионе площадки. Для доказательства выполнимости аварийного плана должна быть собрана другая информация по региону, такая как информация о готовности к защите, системах сбора и распространения молока и других сельскохозяйственных продуктов, данные о специальных группах населения, таких как постоянно пребывающих в учреждениях (например, больницах и тюрьмах), промышленных сооружениях, и условиях окружающей среды, таких как диапазон погодных условий.

6.3. При доказательстве выполнимости аварийного плана следует учитывать множество присущих данной площадке факторов. Наиболее важными из них являются:

- плотность и распределение населения в регионе;
- удаленность площадки от населенных пунктов;
- специальные группы населения, которые трудно эвакуировать и защитить, такие как люди в госпиталях или тюрьмах, или кочевые группы;
- специфические географические особенности, такие как острова, горы и реки;
- характеристики местных транспортных и коммуникационных сетей;
- промышленные сооружения, которые могут повлечь за собой потенциально опасные действия;
- сельскохозяйственная деятельность, которая восприимчива к возможным выбросам радионуклидов; и
- другие возможные сопутствующие внешние явления.

6.4. Присутствие больших популяций в регионе или близость большого города к площадке для атомной электростанции могут снизить эффективность и жизнеспособность аварийного плана. Кроме того, должны быть определены и приняты во внимание особые обстоятельства для различных специальных групп населения. Наличие жителей, чей непосредственный маршрут эвакуации будет пролегать в непосредственной близости от атомной электростанции, может привести к признанию данной площадки непригодной, если не существует никакой другой крайней меры, позволяющей преодолеть данную трудность.

6.5. Внешние бедствия или предсказуемые природные явления, такие как туман или снег, могут иметь последствия, которые, в свою очередь, могут ограничить эффективность любой реакции на аварию на атомной электростанции. Например, подобное событие может привести к проблеме в инфраструктуре или к повреждению средств защиты. Для того чтобы население региона могло быть эффективно защищено и эвакуировано, следует предоставить обзор резервных средств предприятий и альтернативных путей.

6.6. Если после оценки вышеупомянутых факторов и их возможных последствий определено, что не может быть принят ни один жизнеспособный аварийный план, то предложенную площадку нужно признать непригодной.

6.7. Возможно, что условия, оцененные для утверждения площадки и проекта, изменятся через какое-то время. Факторы, относящиеся к площадке, рассмотренные в аварийном плане, такие как развитие инфраструктуры, следует периодически пересматривать в течение этапа эксплуатации электростанции.

6.8. Детальное руководство по аварийному планированию доступно в других публикациях МАГАТЭ [8-11].

## **7. ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

7.1. Для того чтобы охватить все мероприятия, рекомендованные в Руководстве по безопасности, следует принять программу контроля качества (КК).

7.2. Процесс оценки площадки включает проведение научных и технических исследований (анализов) и вынесение заключения. Данные, использованные для анализов и для вынесения заключений, должны быть настолько полны и достоверны, насколько это возможно. Данные следует собирать систематическим образом и они должны быть оценены технически квалифицированным и опытным персоналом. Программа КК для оценки площадки является частью полной программы КК для атомной электростанции (см. ссылку [12], Система правил и руководство по безопасности QA1).

7.3. Все исследовательские программы и другие исследования, рекомендованные в данном руководстве по безопасности, вместе с другими необходимыми данными и информацией, следует документировать для оценки площадки.

7.4. Для того чтобы данные были собраны, записаны и хранились на протяжении всего времени жизни электростанции, средства для записи и хранения данных следует периодически проверять для подтверждения их совместимости с используемой технологией (как технические средства, так и программное обеспечение).

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность ядерных установок, Серия безопасности № 110, МАГАТЭ, Вена (1993).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система правил по безопасности атомных электростанций: расположение, Серия безопасности № 50-C-S (Редакция 1), МАГАТЭ, Вена (1988) (готовится к замене).
- [3] ОРГАНИЗАЦИЯ ООН ПО ВОПРОСАМ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Основные международные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и для безопасности радиационных источников, Серия безопасности № 115, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Групповые модели для использования при оценке воздействия выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду, Серия докладов по безопасности № 19, МАГАТЭ, Вена (2001).
- [5] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Регулирующий контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду, Серия норм безопасности № WS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена (2000).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Экстремальные метеорологические события при размещении атомной электростанции, исключая тропические циклоны, Серия безопасности № 50-SG-S11A, МАГАТЭ, Вена (1981) (готовится к замене).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Основы проектирования атомных электростанций с учетом тропического циклона, Серия безопасности № 50-SG-S11B, МАГАТЭ, Вена (1984) (готовится к замене).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Готовность органов государственной власти к авариям на атомных электростанциях, Серия безопасности № 50-SG-G6, МАГАТЭ, Вена (1982) (готовится к замене).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Готовность эксплуатирующей организации (лицензиата) к авариям на атомных электростанциях, Серия безопасности № 50-SG-O6, МАГАТЭ, Вена (1982) (готовится к замене).
- [10] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Тренировки по аварийной готовности к на ядерных производствах:

подготовка, проведение и оценка, Серия безопасности № 73, МАГАТЭ, Вена (1985).

- [11] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Критерии вмешательства при ядерной или радиационной аварии, Серия безопасности № 109, МАГАТЭ, Вена (1994) (готовится к замене).
- [12] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Контроль качества по безопасности на атомных электростанциях и других ядерных установках: система правил и руководство по безопасности Q1-Q14, Серия безопасности № 50-C/SG-Q, МАГАТЭ, Вена (1996).



## **СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ**

Giuliani, P.	Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Италия
Gurpinar, A.	Международное агентство по атомной энергии
Seiler, P.	Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Германия
Sjoblom, K.	Международное агентство по атомной энергии
Tamer, A.	Siemens AG Offenbach, Германия
Vones, V.	Консультант, Канада

## ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

### Комитет по стандартам ядерной безопасности

*Аргентина:* Sajaroff, P.; *Бельгия:* Govaerts, P. (Chair); *Бразилия:* Salati de Almeida, I.P.; *Канада:* Malek, I.; *Китай:* Zhao, Y.; *Финляндия:* Reiman, L.; *Франция:* Saint Raymond, P.; *Германия:* Wendling, R.D.; *Индия:* Venkat Raj, V.; *Италия:* Del Nero, G.; *Япония:* Hirano, M.; *Республика Корея:* Lee, J.-I.; *Мексика:* Delgado Guardado, J.L.; *Нидерланды:* de Munk, P.; *Пакистан:* Hashimi, J.A.; *Российская Федерация:* Баклушин, Р.П.; *Испания:* Mellado, I.; *Швеция:* Jende, E.; *Швейцария:* Aberli, W.; *Украина:* Mikolaichuk, O.; *Великобритания:* Hall, A.; *Соединенные Штаты Америки:* Murphy, J.; *Европейская комиссия:* Gómez-Gómez, J.A.; *МАГАТЭ:* Hughes, P. (Co-ordinator); *Международная организация по стандартизации:* d'Ardenne, W.; *Агентство по атомной энергии организации экономического сотрудничества и развития:* Roy en, J.

### Комиссия по нормам безопасности

*Аргентина:* D'Amato, E.; *Бразилия:* Caubit da Silva, A.; *Канада:* Bishop, A., Duncan, R.M.; *Китай:* Zhao, C.; *Франция:* Lacoste, A.-C., Gauvain, J.; *Германия:* Renneberg, W., Wendling, R.D.; *Индия:* Sukhatme, S.P.; *Япония:* Suda, N.; *Республика Корея:* Kim, S.-J.; *Российская Федерация:* Вишнеvский, Ю.Г.; *Испания:* Martin Marquimez, A.; *Швеция:* Holm, L.-E.; *Швейцария:* Jeschki, W.; *Украина:* Smyshlayaev, O.Y.; *Великобритания:* Williams, L.G. (Chair), Pape, R.; *Соединенные Штаты Америки:* Travers, W.D.; *МАГАТЭ:* Karbassioun, A. (Co-ordinator); *Международная комиссия по радиационной защите:* Clarke, R.H.; *Агентство по атомной энергии организации экономического сотрудничества и развития:* Shimomura, K.