

СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Внешние события
техногенного
происхождения в
оценке площадки для
атомных
электростанций

РУКОВОДСТВА

№ NS-G-3.1



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/

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.

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

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".

© 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
Февраль 2004
STI/PUB/1126

СЕРИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ, № NS-G-3.1

ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ
ТЕХНОГЕННОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ОЦЕНКЕ
ПЛОЩАДКИ ДЛЯ АТОМНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2004 ГОД

**ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В
ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

МАГАТЭ, ВЕНА, 2004

**STI/PUB/1126
ISBN 92-0-402304-X
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
	Исходные сведения (1.1–1.7)	1
	Цель (1.8)	3
	Область применения (1.9–1.14)	4
	Структура (1.15)	6
2.	ОБЩИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДКИ В ОТНОШЕНИИ ВНЕШНИХ СОБЫТИЙ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (2.1–2.5)	6
3.	СБОР ДАННЫХ И ИССЛЕДОВАНИЯ	8
	Типы возможных источников (3.1)	8
	Определение возможных источников (3.2–3.11)	8
	Сбор информации (3.12–3.18)	16
	Стационарные источники (3.19–3.24)	18
	Передвижные источники (3.25–3.29)	19
	Карта отображения источников (3.30–3.31)	20
4.	ПРОЦЕДУРЫ ОТБОРА И ОЦЕНКИ	21
	Общая процедура (4.1–4.5)	21
	Предварительный отбор (4.6–4.12)	22
	Детальная оценка (4.13–4.17)	26
	Проектные события и параметры (4.18–4.21)	27
5.	КРУШЕНИЯ САМОЛЕТОВ	28
	Общие аспекты (5.1)	28
	Предварительный отбор (5.2–5.6)	29
	Детальная оценка (5.7–5.10)	31
	Оценка рисков (5.11–5.20)	32
6.	ВЫБРОС ОПАСНЫХ ТЕКУЧИХ СРЕД	34
	Общие аспекты (6.1–6.2)	34
	Предварительный отбор для опасных жидкостей (6.3–6.4)	35
	Детальная оценка опасных жидкостей (6.5–6.12)	35

Оценка риска опасных жидкостей (6.13–6.15)	37
Общие замечания для газов, паров и аэрозолей (6.16–6.20)	37
Предварительный отбор для газов, паров и аэрозолей (6.21–6.25)	38
Детальная оценка для газов, паров и аэрозолей (6.26–6.27)	40
Оценка риска для газов, паров и аэрозолей (6.28–6.39)	40
7. ВЗРЫВЫ	43
Общие рассуждения (7.1–7.6)	43
Предварительная оценка для стационарных источников (7.7–7.12)	45
Детальная оценка для стационарных источников взрывов (7.13–7.14)	46
Предварительная оценка для передвижных источников взрывов (7.15–7.16)	47
Детальная оценка передвижных источников взрывов (7.17)	47
Оценка риска (7.18–7.21)	48
8. ДРУГИЕ ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	49
Общие аспекты (8.1)	49
Пожары (8.2–8.9)	49
Столкновения судов (8.10–8.12)	51
Электромагнитная интерференция (помехи) (8.13–8.15)	51
9. АДМИНИСТРАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ (9.1–9.5)	52
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	54
ГЛОССАРИЙ	55
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	57
ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ	59

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Объекты, расположенные в регионе, где размещена атомная станция, и действия человека в этом регионе могут при некоторых условиях повлиять на безопасность АС. Следует идентифицировать возможные источники техногенных событий, внешних по отношению к АС, а также следует оценивать возможные вредные явления, которые могут быть следствием таких внешних событий, с целью разработки надлежащих проектных основ для атомной станции. Эти источники техногенных событий необходимо постоянно контролировать и периодически оценивать в течение срока службы станции с целью обеспечения поддержания соответствия с допущениями, заложенными в проекте.

1.2. Настоящее Руководство по безопасности рекомендует действия, условия и процедуры, а также предоставляет правила, которыми следует руководствоваться для выполнения требований публикации Требования по безопасности, Свод Правил по безопасности Атомных Электрических Станций: Размещение [1]. Эта публикация затрагивает внешние для АС события техногенного происхождения. Настоящая публикация является первым пересмотром Руководства по безопасности о Внешних Событиях Техногенного Происхождения, Применительно к Размещению АС, изданного в 1981 году, под номером No. 50-SG-S5 в Серии по безопасности.

1.3. Общие требования, которым необходимо следовать для определения проектных основ, это те требования, которые определены в документе [1]. Как требуется в [1], «возможность возникновения в регионе внешних событий техногенного происхождения, которые могут привести к радиационным последствиям от атомной электрической станции, должна быть оценена». Следовательно, требуется получить для станции соответствующие проектные решения для предотвращения таких радиационных последствий от тех внешних событий техногенного происхождения, которые могут повлиять на безопасность.

1.4. На стадии выбора площадки среди мест расположения, имеющихся на данный момент или предполагаемых в будущем, в полном объеме следует рассматривать возможность серьезных внешних событий техногенного происхождения, которые могут подвергнуть риску безопасность предполагаемой станции, и для которых может быть

доказано, что технические решения для их предотвращения невыполнимы или неосуществимы.

1.5. Относительно легко идентифицировать, как с точки зрения расположения, так и с точки зрения связанных с ними рисков, крупные потенциально опасные объекты. Однако следует также учитывать возможность воздействий от незначительных видов деятельности или от видов деятельности, которые могли быть выявлены или вновь созданы в обозримом будущем, и которые могли бы привести к серьезным последствиям, включая воздействия от возможных источников, расположенных вблизи станции, или входящих в неядерную часть станции. Такие виды деятельности могут происходить только иногда, в зависимости от деятельности в конкретном месте. Невозможно составить всеобъемлющий перечень возможных источников внешних событий техногенного происхождения, поскольку каждая площадка имеет отличия от других, и каждый вид деятельности варьируется от региона к региону и от страны к стране с точки зрения промышленности, транспортирования и землепользования. Однако в настоящем Руководстве по безопасности приводится и обсуждается перечень вероятных источников.

1.6. Рекомендации и информация, изложенные здесь, получены из практической деятельности в странах-членах, направленной на защиту атомных электрических станций от событий техногенного происхождения, внешних по отношению к станции. В соответствии с практическим опытом здесь представлен не ранжированный подход для событий техногенного происхождения, и поэтому для учета в проекте предполагается только один уровень интенсивности для каждого взаимодействующего события. В некоторых случаях этот подход дополняется действием нижнего уровня, вносимого детерминистически в проектные основы и рассматриваемого в соединении с другими критериями приемлемости. Однако такое решение может рассматриваться как случай введения другой нагрузки (см., например, Раздел 5).

1.7. Создание проектных основ для любого события техногенного происхождения зависит от знания характеристик региона, а также от концепции проекта или от эскизного (предварительного) проекта предлагаемой АС. Ввиду зависимости проекта станции от характеристик района, свойства безопасности площадки и станции следует изучать методом итераций. Во всех случаях до окончательного принятия любой комбинации конкретной станции и конкретной площадки следует иметь в

наличие достаточный объем информации о проекте станции, что позволит принять экспертное решение о возможности практических технических решений проблем, связанных с внешними событиями техногенного происхождения.

ЦЕЛЬ

1.8. Целью настоящего Руководства по безопасности является предоставление рекомендаций и правил для изучения района, рассматриваемого для оценки¹ площадки станции с целью определения опасных явлений, связанных с событиями техногенного происхождения, инициируемыми источниками, внешними по отношению к станции. В некоторых случаях настоящее Руководство по безопасности также представляет предварительное руководство по получению значений соответствующих параметров для проектных основ. Настоящее Руководство по безопасности также применимо к периодической оценке

¹ Для атомной электростанции оценка площадки обычно включает следующие этапы:

- *Этап выбора площадки.* После исследования большого района выбирается одна или несколько наиболее предпочтительных площадок, отклоняются неприемлемые площадки, и проводится отбор и сравнение оставшихся площадок.
- *Этап определения характеристик.* Этот этап далее подразделяется на:
 - Верификацию, когда пригодность площадки для размещения на ней АС проверяется в основном в соответствии с предписанными критериями исключения площадки;
 - Подтверждение, когда определяются характеристики площадки, необходимые для анализа и рабочего проекта.
- *Предэксплуатационный этап.* Исследования, начатые на предыдущих этапах, продолжаются после начала строительства и до начала эксплуатации для завершения и уточнения оценки характеристик площадки. Полученные данные о площадке позволяют провести окончательную оценку моделей, используемых в окончательном проекте.
- *Этап эксплуатации.* Во время всего срока эксплуатации АС проводится соответствующая оценка безопасности площадки. В основном эта оценка выполняется посредством постоянного контроля (мониторинга) и периодического рассмотрения безопасности.

площадки и оценке площадки, следующей за значительным событием техногенного происхождения, а также для проектирования и эксплуатации систем мониторинга окружающей среды на площадке. Оценка площадки заключается в определении ее характеристик, рассмотрении внешних событий, которые могут привести к деградации параметров безопасности площадки и вызвать выброс радиоактивных материалов со станции и/или оказать влияние на распространение этих материалов в окружающей среде. Также в оценку площадки входит рассмотрение проблем, связанных с населением, и оценка вопросов, значимых для безопасности (таких, как выполнимость эвакуации, распределение населения и размещение ресурсов). Процесс оценки площадки продолжается в течение всего срока службы объекта от выбора площадки к проектированию, сооружению, эксплуатации и выводу из эксплуатации.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.9. Все внешние события техногенного происхождения, рассматриваемые в настоящем Руководстве по безопасности, носят случайный характер. Рассмотрение физической защиты станции против умышленных действий третьей стороны не входят в сферу рассмотрения настоящего документа. Однако методы, описанные здесь, могут также применяться и для некоторых целей такой физической защиты.

1.10. Настоящее Руководство по безопасности также может использоваться для событий, которые могут возникнуть в пределах площадки, но от источников, которые напрямую не задействованы в эксплуатационных режимах блоков АС, таких как пункт хранения топлива или площадки для хранения опасных материалов, используемых при строительстве других установок на этой же площадке. Особое внимание следует уделить опасным материалам, обращение с которыми происходит во время сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации блоков, расположенных на одной и той же площадке. В некоторых случаях другие ядерные установки (такие, как цеха по изготовлению топлива, установки по переработке топлива) могут быть расположены на той же площадке, что и АС, поэтому их следует учитывать при оценке риска для АС. Не смотря на то, что в настоящем Руководстве по безопасности обсуждаются в основном этапы определения характеристик площадки, оно может быть также полезно при выборе площадки, на предэксплуатационном этапе и на этапе эксплуатации.

1.11. За пределы настоящей публикации выходят рекомендации к разработке проектных основ для проектных внешних событий техногенного происхождения (ПТВ). Эти рекомендации обсуждаются в [2]. Влияние пожаров в основном обсуждается в [3]. Другие Руководства по безопасности МАГАТЭ, относящиеся к проектированию, обсуждают влияние событий техногенного происхождения на конкретные системы АС. Так в [4] обсуждаются периодическая оценка безопасности и мониторинг параметров окружающей среды в течение срока службы.

1.12. В этом смысле настоящее Руководство по безопасности сконцентрировано на определении рисков для площадки и на общем определении наиболее существенных воздействий на станцию в целом в соответствии с реперными вероятностными и детерминистическими критериями, которые должны использоваться при проектировании или в рамках проведения оценки проекта. Следующий этап в полном определении проектных основ для конкретной станции выполняется, в контексте проектирования, в сущности, в зависимости от компоновки и проекта. Поэтому этот дополнительный этап обсуждается в серии стандартов, относящихся к проектированию, вместе с подробными схемами загрузки и процедурами проектирования из-за их неотъемлемой зависимости. Следовательно, в настоящем Руководстве по безопасности термин «проектные основы» следует понимать в том значении, которое в основном ограничено той частью определения проектных основ, которая не зависит ни от какой процедуры компоновки или проектирования станции.

1.13. Несколько моментов являются определяющими в вопросе выбора детерминистических и вероятностных подходов для оценки потенциальных рисков. Сюда входит: наличие данных о площадке; возможность надежной экстраполяции к нижним значениям превышающих норму величин; подход, используемый при проектировании, должен быть принят и здесь; совместимость с национальными стандартами для оценки риска и для проектирования; принятие общественностью. Еще в одном Руководстве по безопасности МАГАТЭ [5] обсуждаются процедуры вероятностной оценки безопасности (ВОБ) внешних событий, как части процесса оценки проекта.

1.14. Настоящее Руководство по безопасности не распространяется на события, являющиеся результатом повреждения искусственных конструкций для удерживания воды, даже и в том случае, если эти

повреждения вызваны действием человека, поскольку последствия таких повреждений с точки зрения затопления подпадают под область применения документов [6,7]. Также изменения в уровне грунтовых вод, вызванные деятельностью человека (сооружение скважин и дамб), рассматриваются в [8].

СТРУКТУРА

1.15. В Разделе 2 представлен общий подход к оценке площадки в отношении внешних событий техногенного происхождения. В Разделе 3 подробно рассматривается информация, которую необходимо собрать, а также те исследования, которые необходимо провести для того, чтобы скомпилировать базу данных для определения потенциальных источников в начале процесса оценки площадки. В Разделе 4 описывается использование скомпилированной базы данных для определения характеристик площадки посредством использования процесса отбора и процедур детальной оценки. В Разделах с 5 по 8 проверяется применение этого общего метода к конкретным техногенным событиям, таким как крушения самолетов, взрывы и выбросы опасных жидкостей или газов, а в Разделе 9 речь идет об административных аспектах общего характера.

2. ОБЩИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДКИ В ОТНОШЕНИИ ВНЕШНИХ СОБЫТИЙ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

2.1. Свод положений по безопасности атомных электростанций: выбор площадки ([1], пункт 301) требует, чтобы внешние события техногенного происхождения, которые могут оказать влияние на безопасность, были исследованы на стадии оценки площадки для каждой площадки атомной электростанции. Таким образом, требуется проверить район с точки зрения наличия установок и деятельности человека, которые имеют возможность при определенных условиях подвергнуть опасности АС в течение срока ее службы. Требуется идентифицировать каждый значимый потенциальный источник и оценить его с целью определения возможных взаимодействий с персоналом и элементами станции, важными для безопасности.

2.2. Следует не упустить того, что в некоторых конкретных ситуациях незначительное событие может привести к серьезным воздействиям.² При проведении оценки необходимости защиты от воздействий внешних событий техногенного происхождения следует должным образом учитывать эксплуатационные процедуры АС и любые рекомендуемые административные меры.³

2.3. Следует сделать прогноз о возможном развитии региона в течение предполагаемого срока службы АС. Следует учесть уровень административного контроля над деятельностью в регионе, которая может там осуществляться. В этом отношении следует принять во внимание тот факт, что технологии в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также плотности движения транспорта могут развиваться очень быстро.

2.4. Пока приемлемое техническое решение для защиты от внешних событий техногенного происхождения, которые никак нельзя исключить из дальнейшего рассмотрения, не будет получено, площадку следует рассматривать непригодной на стадии выбора площадки, или следует предпринять надлежащие административные меры в том случае, если станция уже существует. На стадии оценки площадки также следует рассматривать вопросы признания общественностью.

2.5. Для рассмотрения тех элементов, услуг и процессов, которые могут оказать влияние на безопасность и которые подпадают под область применения настоящего Руководства по безопасности, следует создать и выполнять программу обеспечения качества. Программу обеспечения качества следует реализовывать для обеспечения надлежащего выполнения и документирования сбора данных, их обработки,

² Например, при экспертизе безопасности станции была определена возможность возникновения незначительного пожара без прямого воздействия на станцию. Проверка источника энергоснабжения внешней аварийной системы показала, что линии электропередачи следует поместить под землю для их защиты от огня с целью предотвращения какого-либо повреждения систем, имеющих отношение к безопасности.

³ В случае защитных дверей, например, вероятность и последствия события, возникшего в тот момент, когда они открыты, следует рассмотреть. После этого может быть принято решение о том, есть ли потребность в специальной дополнительной защите, или нет.

лабораторных и полевых работ, исследований, оценок и анализов, а также других видов деятельности, необходимых для того, чтобы придерживаться рекомендаций настоящего Руководства по безопасности (см. [9]).

3. СБОР ДАННЫХ И ИССЛЕДОВАНИЯ

ТИПЫ ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ

3.1. Источники внешних событий техногенного происхождения можно классифицировать следующим образом:

- Стационарные источники, для которых место исходного механизма (центр взрыва, точка выброса взрывоопасных или токсических газов) зафиксировано, такие как химические заводы, нефтеперегонные заводы, хранилища и другие ядерные установки, размещенные на той же площадке;
- Мобильные источники, для которых место исходного механизма полностью не закреплено, такие как любые средства для транспортирования опасных материалов или потенциально летящих предметов (по автомобильным трассам, железной дороге, рекам, по воздуху и по трубопроводу). В таких случаях аварийный взрыв или выброс опасного материала может произойти в любом месте автомобильной трассы, или другого пути, или трубопровода.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ

3.2. В качестве источников следует определять установки, на которых производится обращение, переработка или хранение таких потенциально опасных материалов, как взрывчатые, легковоспламеняющиеся, вызывающие коррозию, токсичные или радиоактивные вещества. Эти установки определяются как источники даже и в том случае, если они ассоциируют с другими блоками, находящимися на площадке, которые находятся в процессе сооружения, эксплуатации или вывода из эксплуатации. Величина риска может не быть напрямую связана с размером таких установок. Но максимальное количество опасного материала, присутствующего в данный момент времени, и процесс, в котором этот материал используется, следует учитывать. Более того,

развитие аварии во времени, как, например, распространение огня от одного бака к другому, также следует учитывать. Трубопроводы для опасных материалов следует включить в категорию элементов, которые должны быть идентифицированы. Другими источниками, которые нужно учитывать, являются строительные площадки, шахты и карьеры, где используются и хранятся взрывчатые вещества, и которые могут вызвать временное перекрытие течения воды с возможным последующим затоплением или разрушением почвы на площадке (см. [10]).

3.3. Что касается крушений самолетов, следует изучить аэропорты и их схемы посадок, взлетов и стоянок, частоту полетов и типы самолетов. Следует также учесть и коридоры движения самолетов.

3.4. Транспортирование опасных материалов морем или внутренними речными путями может представлять значительный риск, который следует принять во внимание. Суда вместе с их грузом и бортовыми обломками могут иметь возможность механически заблокировать или повредить установки для охлаждения воды, связанные с основным отводом тепла.

3.5. Поскольку опыт показывает, что подавляющая часть аварий морского транспорта происходит в прибрежных водах или в портах, следует определить значительные морские трассы вблизи площадки.

3.6. Подвижной состав железнодорожного транспорта и автомобильное дорожное движение вместе с их грузами являются потенциальными источниками, которые следует тщательно рассматривать, в частности, маршруты автобусов, перекрестки, сортировочные станции и загрузочные площадки.

3.7. На военных установках осуществляется обращение, хранение и использование опасных материалов. Они могут ассоциироваться с такими опасными видами деятельности, как проведение учебных стрельб на стрельбище. В частности, военные аэропорты и их транспортные сети, включая и зоны, где проводится обучение, следует учитывать в качестве возможных источников.

3.8. При проверке адекватности площадки по отношению к внешним событиям техногенного происхождения следует также обратить внимание на будущие виды деятельности, которые в настоящий момент находятся на этапе планирования, например, для участков земли с

потенциалом коммерческого развития. Такие виды деятельности в будущем могут привести к возросшему риску радиологических последствий или к источникам взаимодействующих событий, которые не превышают уровня вероятности отбора, но могут в будущем и достичь этого уровня.

Воздействия и связанные с ними параметры

3.9. Техногенные источники событий, упоминаемые выше, могут являться причиной возникновения событий, которые могут порождать такие воздействия, как:

- воздушная волна и ветер;
- удар летящего предмета;
- тепло (пожар);
- дым и пыль;
- ядовитые и удушающие газы;
- химическое агрессивное воздействие коррозионными или радиоактивными газами, аэрозолями или жидкостями;
- сотрясение почвы;
- затопление или недостаток воды;
- оседание (или обрушение) почвы и/или оползень;
- электромагнитная интерференция;
- вихревые токи в землю.

3.10. Некоторые из этих воздействий существенно важнее для безопасности, чем другие. Они могут нанести ущерб как объектам АС, так и элементам, важным для безопасности, например, воздействуя на наличие путей эвакуации (площадка может потерять связи с безопасными зонами региона), возможность выполнения противоаварийных процедур (доступ оператора может быть ухудшен) и наличие внешней энергетической системы и завершающего отвода тепла. Хотя многие воздействия могут быть связаны не с одним, а с несколькими источниками, обычно одно или два воздействия являются преобладающими для каждого индивидуального источника.

3.11. Для иллюстрации понятия «механизмы взаимодействия» в Таблицах I-III приводятся примеры исходных источников, последовательностей событий и основных воздействий, к которым они приводят. В Таблице I приводятся объекты и транспортные системы, которые следует исследовать, их характерные черты и исходные события, порождаемые

ими. В Таблице II приведено развитие исходных событий и их вероятные воздействия на станцию, а в Таблице III приводится информация о последствиях этих воздействий на станции.

ТАБЛИЦА I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ИСХОДНЫХ СОБЫТИЙ

Объекты и транспортные системы, подлежащие изучению	Важные характерные черты объектов и транспортного движения	Исходное событие
СТАЦИОНАРНЫЕ ИСТОЧНИКИ		
Нефтеперегонный завод, химический завод, склад для хранения, широковещательная сеть, операции по добыче в руднике или карьере, леса, другие ядерные объекты, вращающееся оборудование высокой мощности	Количество и природа веществ Схема технологического процесса с привлечением опасных материалов Метеорологические и топографические характеристики региона Существующие меры защиты на установке	Взрыв Пожар Выброс легковоспламеняющихся, взрывчатых, удушающих, агрессивных, ядовитых или радиоактивных веществ Обрушение почвы, оседание Летающие предметы Электромагнитная интерференция Вихревые токи в землю
Военные объекты (постоянные и временные)	Виды деятельности Количества опасных материалов Характерные особенности опасных видов деятельности	Образование летающих предметов Взрыв Пожар Выброс легковоспламеняющихся, взрывчатых, удушающих, агрессивных, ядовитых или радиоактивных веществ

ТАБЛИЦА I. (продолжение)

Объекты и транспортные системы, подлежащие изучению	Важные характерные черты объектов и транспортного движения	Исходное событие
ПЕРЕДВИЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ		
Железнодорожные поезда и вагоны, автомобильные транспортные средства, суда, баржи, трубопроводы	<p>Маршруты и частота прохождения транспорта</p> <p>Тип и количество опасного материала, связанного с каждым перемещением</p> <p>Схема трубопроводов, включая насосные станции, предохранительные клапаны</p> <p>Характеристики автомобильного транспортного средства (включая меры защиты)</p> <p>Метеорологические и топографические характеристики района</p>	<p>Взрыв</p> <p>Пожар</p> <p>Выброс легковоспламеняющихся, взрывчатых, удушающих, агрессивных, ядовитых или радиоактивных веществ</p> <p>Затор, загрязнение (например, от разлива повреждение конструкций забора охлаждающей воды</p> <p>Влияние аварийного (поврежденного) транспортного средства</p>
Зона аэропорта	<p>Движения самолетов и частота полетов</p> <p>Характеристики взлетно-посадочной полосы</p> <p>Типы и характеристики самолетов</p>	<p>Аварийные полеты, приводящие к крушениям</p>
Коридоры движения самолетов и зоны полетов (военных и гражданских)	<p>Частота полетов</p> <p>Типы и характеристики самолетов</p> <p>Характеристики коридоров движения самолетов</p>	<p>Аварийные полеты, приводящие к приводящие к</p>

ТАБЛИЦА II. ОЦЕНКА СОБЫТИЙ И ВОЗДЕЙСТВИЙ НА АТОМНУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ

Исходное событие	Развитие события	Возможное воздействие каждого события на станцию
Взрыв (выброс пламени, детонация)	Взрывная волна Летающие предметы Дым, газ и пыль, образованные при взрыве, могут смещаться в сторону станции Связанные с взрывом очаги горения и пожары	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)
Пожар (внешний)	Искры могут инициировать другие пожары Дым и газообразные продукты горения могут смещаться в сторону станции Тепло (тепловыделение)	(3) (4) (5) (6)
Выброс легко воспламеняющихся, взрывчатых, удушающих, агрессивных, ядовитых или радиоактивных веществ	Облака или жидкости могут смещаться в сторону станции и сгореть или взорваться до или после того, как достигнут ее, снаружи или внутри станции Облака или жидкости могут также переместиться в те зоны, где операторам или важному для безопасности оборудованию могут мешать при выполнении ими их функций	(1) (2) (3) (4) (5) (6)
Крушения самолетов или аварийные полеты, вызывающие крушения, столкновения самолетов, летающие предметы Воздействия автомобильных транспортных средств	Летающие предметы Пожар Взрыв баков с топливом	(1) (2) (3) (4) (5) (6)

ТАБЛИЦА II. (продолжение)

Исходное событие	Развитие события	Возможное воздействие каждого события на станцию
Обвал земли	Обвал земли Взаимодействие с системами охлаждающей воды	(7) (8) (9)
Закупорка или повреждение конструкций водозабора охлаждающей воды	Взаимодействие с системами охлаждающей воды	(12)
Электромагнитная интерференция	Электромагнитные поля вокруг электрического оборудования	(10)
Вихревые токи на землю	Электрический потенциал на землю	(11)

а

ТАБЛИЦА III. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТОМНУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Воздействие на АС	Параметры	Последствия воздействия
(1) Ударная волна	Локальное избыточное давление на станции, как функция времени	Разрушение частей конструкций или разрушение систем и элементов
(2) Летящие предметы	Масса Скорость Форма Размеры Вид материала Конструктивные особенности Угол воздействия	Проникновение, пробивание отверстий или растрескивание конструкций или разрушение систем и элементов Разрушение частей конструкций или разрушение систем и элементов Вибрация, вызывающая ложные сигналы в оборудовании

ТАБЛИЦА III. (продолжение)

Воздействие на АС	Параметры	Последствия воздействия
(3) Тепло	Максимальное тепло-выделение и продолжительность	Ухудшенные условия на БЩУ Разрушение систем и элементов Воспламенение горючих веществ
(4) Дым и пыль	Сочетание Концентрация и количество как функция времени	Забивание забирающих фильтров Ухудшенные условия фильтров Ухудшенные условия на БЩУ и в других важных помещениях АС и в зонах воздействия
(5) Удушающие и ядовитые вещества	Концентрация и количество как функция времени Пределы токсичности и удушающего воздействия	Угроза человеческой жизни и здоровью и ухудшение условий в зонах, важных для безопасности Помеха в выполнении оператором функций безопасности
(6) Агрессивные (коррозийные) и радиоактивные жидкости, газы и аэрозоли	Концентрация и количество как функция времени Предельные значения агрессивности, радиоактивности Источник (море, земля)	Угроза человеческой жизни и здоровью и ухудшение условий в зонах, важных для безопасности Коррозия и разрушение систем или элементов Помеха в выполнении функций безопасности
(7) Грунтовые толчки	Спектр отклика	Механическое повреждение
(8) Затопление (или нехватка воды)	Уровень воды со временем Скорость воздействующей воды	Повреждение конструкций, систем и элементов
(9) Оседание почвы	Осадка фундамента, дифференциальное смещение, скорость осадки	Разрушение конструкций или систем и элементов, включая подземные трубопроводы и кабели

ТАБЛИЦА III. (продолжение)

Воздействие на АС	Параметры	Последствия воздействия
(10) Электромагнитная интерференция	Диапазон частот и энергия	Ложные сигналы на электрооборудовании
(11) Вихревые токи на землю	Интенсивность и продолжительность	Коррозия подземных металлических элементов Проблемы с заземлением
(12) Повреждение водозабора	Масса судна, скорость воздействия и зона, степень закупорки	Отсутствие охлаждающей воды

СБОР ИНФОРМАЦИИ

3.12. Сбор информации следует начинать достаточно рано для того, чтобы определить возможные источники внешних событий техногенного происхождения в регионе на этапе выбора площадки. После того, как определена возможная площадка, может потребоваться более подробная информация для определения эталонных рисков внешних событий техногенного происхождения и для предоставления данных для параметров проектных основ (стадия определения характеристик площадки). Более того, в течение срока службы АС (предэксплуатационный период и период эксплуатации) большой объем данных будет накапливаться в результате проведения мониторинга площадки для выполнения периодических оценок безопасности [4, 5, 11].

3.13. Прежде всего, следует подготовить перечень источников, существующих в регионе, и разделить его на различные категории, такие как стационарные и передвижные источники. Для каждого вида источников следует определить значимый район действия и, таким образом, области, которые должны быть рассмотрены. Это будет зависеть от ряда факторов, включающих тип, количество и состояние вовлеченного опасного материала, и характер любого передвижного источника. Обычно такие области простираются на несколько километров от площадки, но в некоторых случаях может потребоваться увеличить это расстояние.

3.14. Процедура идентификации и первоначального определения категории источника предполагает, что на ранних этапах исследования следует собирать только ту информацию, которая позволит определить,

следует или не следует в будущем рассматривать риск, связанный с каким-либо источником.

3.15. Информацию о существующих и планируемых объектах и видах деятельности в регионе следует искать с помощью карт, опубликованных отчетов, документов общественного характера, общественных и частных агентств и отдельных лиц, владеющих знаниями о характеристиках ограниченных районов. Эту информацию следует изучить и проверить вместе с информацией, полученной при непосредственном исследовании конкретных объектов, которые, как кажется, обладают возможностью воздействия на станцию, для того, чтобы определить те виды деятельности, которые следует исследовать более подробно.

3.16. После определения возможных источников их следует проанализировать, и поскольку их можно легко определить, соответствующие факторы, такие как размеры возможного события, вероятность его появления и расстояние между событием и площадкой, следует оценить. После этого следует принять решение о том, какие источники и события являются важными и должны использоваться в оценке пригодности площадки и при проектировании или оценке станции. Для этих целей следует рассматривать только те события, которые потенциально могут оказать воздействие на АС.

3.17. Оценку вероятности появления события с воздействием на АС следует начинать с рассмотрения только подходящей комбинации вероятностей последовательности сопутствующих событий, приводящих к взаимодействию с персоналом и с элементами, важными для безопасности.

3.18. Часто для многих категорий взаимодействующих событий нет достаточной информации о регионе, которая позволила бы выполнить надежную оценку вероятности появления и вероятной тяжести события. Поэтому может оказаться полезным получение статистической информации на национальном, континентальном или мировом уровне. Величины, полученные таким способом, следует оценить для определения того, следует ли их подгонять с целью компенсации необычных характеристик площадки и ее окрестностей. В тех случаях, когда на месте отсутствует базовая информация для вычисления сложности воздействий внешнего события техногенного происхождения, следует получить всю возможную информацию и допущения об этом конкретном виде события на мировом уровне для того, чтобы проектные основы могли быть определены посредством инженерного суждения.

СТАЦИОНАРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

3.19. Риск, который представляют собой для АС такие стационарные источники, как промышленные предприятия и склады для хранения, возникает из-за вероятности взрывов, пожаров и образования облаков газа и пыли.

3.20. В объем данных, необходимых для рассмотрения рисков от стационарных источников, входят: виды вовлеченного опасного материала и количество, которое хранится, находится в технологическом процессе или перемещается; типы хранения (физические условия) и технологические процессы (технологические схемы); размеры основных сосудов; хранилище или другие формы защитной оболочки (локализации); расположение этих защитных оболочек; их конструкция и их системы изоляции; условия их эксплуатации (включая частоту проведения технического обслуживания); и их активные и пассивные меры обеспечения безопасности.

3.21. Следует собирать всю доступную информацию об авариях и отказах, обращая особое внимание на активные и пассивные меры обеспечения безопасности. Также следует представить информацию о возможности взаимодействия между материалами в различных пунктах хранения или в технологическом процессе, которое может привести к существенному росту риска.

3.22. Для использования реалистических оценок следует получить статистические данные о метеорологии региона, а также информацию о местных метеорологических и топографических характеристиках зоны между местом размещения потенциальных источников и площадкой АС.

3.23. Рудники и карьеры представляют собой опасность, поскольку при их разработке используются взрывчатые вещества, которые могут образовать ударные волны, летящие предметы и толчки почвы. Более того, разработка рудников и карьеров приводит к возможности обвала почвы и оползней. Следует получить информацию о местах расположения ранее существовавших, ныне действующих и возможных в будущем работ в шахтах и карьерах, а также о максимальных количествах взрывчатых веществ, которые могут храниться в каждом из этих мест. Следует также получить информацию о геологических и геофизических характеристиках нижних горизонтов в области расположения для того, чтобы гарантировать безопасность станции от обвалов почвы или оползней, вызванных такими видами деятельности.

3.24. Особую трудность можно испытать при сборе и оценке соответствующей информации о военных базах, включая резервные установки, об использовании площадей для обучения и о других военных видах деятельности. Тем не менее, сбор и оценка такой информации являются важными для безопасности. Следует установить надлежащие контакты между соответствующими гражданскими и военными органами власти для обеспечения содействия в выборе площадки и оценке проектных параметров в тех случаях, где военные действия могут представлять риск для АС.

ПЕРЕДВИЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ

3.25. Риски для АС от наземного транспорта (автомобильный, железнодорожный, морской, внутренний речной и трубопроводы) похожи на риски от промышленных предприятий. Транспортирование опасного материала, имеющего отношение к другим блокам, по площадке также следует учитывать. Воздушные перевозки представляют другой тип риска из-за возможности падения самолета на АС.

3.26. Информацию о таких источниках в регионе следует собирать для того, чтобы определить:

- (а) места расположения возможных источников внешних событий техногенного происхождения, связанных с транспортными системами;
- (б) вероятность появления событий и их тяжесть.

Наземный транспорт

3.27. Следует собирать информацию о фиксированных транспортных объектах в регионе, включая порты, гавани, каналы, железнодорожные сортировочные станции, станции загрузки автотранспортных средств и оживленные узловые станции, и перекрестки, а также о транспортных маршрутах по отношению к площадке.

3.28. Следует собирать следующую информацию о характеристиках транспортных потоков в регионе: характер, тип и количества материала, перевозимого во время одного транспортного перемещения; размеры, количество и типы сосудов; скорости, системы контроля и приборы безопасности; статистика по авариям, включая их последствия. Подобную информацию следует собирать и о трубопроводах: о природе

перемещаемого вещества, пропускной способности, внутреннем давлении, расстоянии между клапанами или насосными станциями, мерах обеспечения безопасности, записи об авариях и их последствиях.

Воздушные перевозки

3.29. В собираемую информацию о воздушных перевозках следует включить места расположения аэропортов и коридоров для воздушных перевозок в регионе, схемы взлета, посадки и стоянок, типы предупреждающих и контролирующих приборов, имеющихся в наличие, типы и характеристики самолетов и частоту их полетов. Следует также собирать информацию о воздушных авариях в регионе и для аэропортов и воздушных перевозок подобных видов. Информацию следует собирать как о гражданских, так и о военных воздушных перевозках. Особый интерес представляют военные площадки для обучения пилотов, которые могут показать сравнительно высокую частоту аварий вблизи них, а также те районы, где практикуются в полетах на малой высоте.

КАРТА ОТОБРАЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ

3.30. Следует подготовить карты отображения источников. Эти карты должны указывать места расположения и расстояния от атомной станции всех источников, определенных на этапе сбора информации, которые могут потенциально повлиять на площадку, таких как химические заводы, нефтеперерабатывающие заводы, хранилища, строительные площадки, шахты и карьеры, военные объекты, средства транспорта (воздушные, наземные, водные), транспортные объекты (доки, места стоянок, области, где производится погрузка, сортировочные станции, аэропорты), трубопроводы для опасных жидкостей и газов, буровые установки и скважины. Любые другие объекты, которые возможно потребуется учитывать для определения возможных вредных воздействий на АС из-за производимой, перерабатываемой или хранимой там продукции, или транспортируемой на них продукции следует определить и нанести на карту. После оценки возможных источников и определения проектных событий следует подготовить окончательный вариант карты отображения источников, который включал бы все данные об источниках соответствующих принятым взаимодействующим событиям.

3.31. На этих картах следует отражать любые предсказуемые развития в видах деятельности человека, которые могут потенциально влиять на

безопасность в течение предполагаемого срока службы АС. Соответствующую информацию следует получать путем рассмотрения планов развития региона.

4. ПРОЦЕДУРЫ ОТБОРА И ОЦЕНКИ

ОБЩАЯ ПРОЦЕДУРА

4.1. Собранный информация первоначально используется на двух шаговом этапе отбора для исключения тех источников, которые не следует рассматривать в дальнейшем либо из-за их расстояния от АС, либо вероятности. Этот предварительный отбор можно проводить, используя «величину расстояния отбора» и/или, там, где позволяют имеющиеся данные, оценивая вероятность появления события.

4.2. Для некоторых источников простое детерминистическое исследование на базе информации о расстоянии и характеристиках источника может быть достаточным, чтобы показать, что не может произойти никакого существенного взаимодействующего события. Поэтому посредством такого анализа часто становится возможным выбор величины расстояния отбора для конкретного типа источника, за пределами которого воздействиями от таких источников можно пренебречь.

4.3. Второй критерий отбора основан на вероятности появления. В настоящем Руководстве по безопасности ограничивающее значение годовой вероятности появления событий с радиологическими последствиями называется уровнем вероятности отбора (УВО)⁴.

⁴ В некоторых странах значение вероятности 10^{-7} на реактор-год используется при проектировании новых объектов в качестве одного приемлемого уровня значения вероятности для взаимодействующих событий, имеющих серьезные радиологические последствия. Эта величина считается консервативной оценкой для УВО, если она применяется ко всем событиям одного и того же вида (например, ко всем авиационным катастрофам, ко всем взрывам). Некоторые исходные события могут иметь очень низкие пределы их приемлемой вероятности, и их следует рассматривать отдельно от других событий.

Регулирующему органу следует определять такую величину в согласии с политикой в области управления риском ядерных и промышленных установок в регионе. Исходные события с вероятностью появления ниже, чем значение уровня вероятности отбора не следует учитывать в дальнейшем вне зависимости от их последствий.

4.4. В общем, процедуры проектирования для атомных электростанций являются детерминистическими, и поэтому предполагается, что проектные основы предоставляют проектировщику оценку единственной точки достоверного распределения вероятности взаимодействующих воздействий на АС. Однако иногда недостаток уверенности в качестве данных, то есть в их точности, применимости, полноте или величине, может препятствовать использованию количественного вероятностного критерия в принятии решения относительно того, стоит ли устанавливать проектную основу для конкретного события или последовательности событий, или изъять их из рассмотрения (путем отбора). В таких случаях для принятия решения о том, какие события или последовательности событий следует учитывать при проведении подробной оценки риска, следует использовать прагматический подход, основанный на мнении экспертов.

4.5. Для каждого типа источника или события, которые не исключаются в процессе двух шагового отбора, следует проводить более углубленную оценку. Следует собрать достаточно подробную информацию для доказательства приемлемости площадки с точки зрения внешних событий техногенного происхождения и для определения соответствующих рисков. На Рис.1 представлена блок-схема шагов в процедурах предварительного отбора и детальной оценки.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТБОР

4.6. Для предварительного отбора источников и взаимодействующих событий можно использовать относительно простые процедуры. Исходной точкой является определение всех стационарных и передвижных источников возможных внешних событий техногенного происхождения в регионе и всех возможных исходных событий для каждого источника, как это показано в Разделе 3 (см. блоки 1 и 2 на Рис.1).

4.7. После шага, упоминаемого в пункте 4.6, для каждого конкретного типа источника (стационарного и передвижного) следует определить величину расстояния отбора (ВРО). Используется такой консервативный

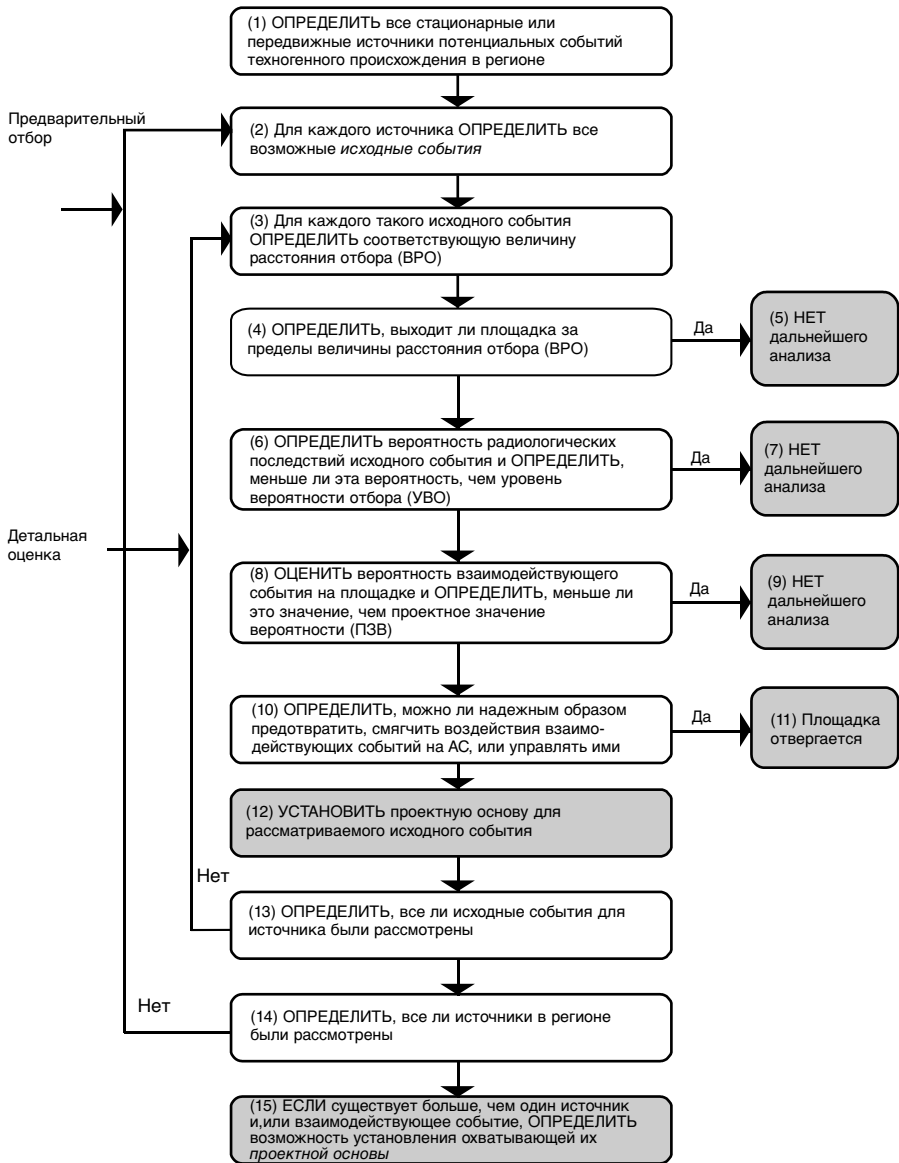


РИС. 1. Общепринятая блок-схема процедуры отбора и оценки (затемненные блоки представляют выполненные последовательности).

подход, что воздействия взаимодействующих событий на расстоянии, превышающем ВРО, не следует рассматривать далее (см. блок 3 Рис.1). При определении ВРО следует учитывать тяжесть события и его протяженность, а также ожидаемые характеристики атомной электростанции, которая должна быть расположена на площадке. Для ранних этапов выбора площадки предполагается, что эти характеристики соответствуют характеристикам стандартного проекта АС. Если площадка находится за пределами ВРО для рассматриваемого исходного события, то нет необходимости ни в каком другом дальнейшем действии (см. блоки 4 и 5 на Рис.1). Для источников, порождающих воздействия одной природы, следует проводить последующий отбор. Этот отбор будет зависеть от критерия охвата и исключит источники, вызывающие взаимодействующие события, которые повторяют взаимодействующие события для других выбранных источников, даже если площадка и находится в пределах ВРО для этих источников.

4.8. Если площадка не выходит за пределы ВРО для рассматриваемого исходного события, следует определить вероятность появления такого события и сравнить с заданным УВО (см. блок 6 на Рис.1). Если вероятность появления рассматриваемого события меньше, чем УВО, то не следует проводить дальнейшего анализа (см. блок 7 на Рис.1).

4.9. УВО следует выбирать с должным вниманием с учетом того, что радиологический риск, связанный с внешними событиями техногенного происхождения, не должен превышать диапазон радиологических рисков, связанных с авариями внутреннего характера или с другими внешними причинами.

4.10. Подчеркивается, что обоснованность (достоверность) подхода УВО зависит от допущения, что достаточно низкая вероятность появления взаимодействующего события адекватно компенсирует риск от этого события. События, связанные с высокими, возможно катастрофическими, рисками, не следует отсеивать, если только не показано, что их вероятность существенно ниже УВО.

4.11. В этом отношении в основном из-за высоких неопределенностей, связанных обычно с самой вероятностной оценкой, некоторые страны выбрали двух шаговый подход для таких событий с высокими рисками. На первом шаге события со значительными последствиями оцениваются (остаются или отсеиваются) на вероятностной основе. На втором шаге независимо от результата, полученного на первом шаге, и чисто

детерминистическим способом в проектные основы включаются проектные величины параметров, которые ниже максимального возможного значения и основаны на хорошей инженерной практике, для того, чтобы обеспечить станцию защитой от таких общих событий. Детальная вероятностная оценка рисков, связанных с нижним детерминистическим уровнем, не проводится, а сценарий прямо включается в проектные основы.⁵

4.12. На практике следует внимательно следовать рекомендуемому подходу, принимая во внимание следующее:

- Неопределенности в оценке кривой интенсивность нагрузки – вероятность. Надежность этого базового инструмента во многом зависит от неопределенностей в экстраполяции исторических данных на уровни с очень низкой вероятностью, такие, которые обычно ассоциируются с УВО. Следует использовать надлежащие статистические подходы. Следует проводить сравнения с аналогичными статистическими данными, используемыми для других событий и для других типов объектов в регионе с похожими уровнями риска.
- Различия между вероятностью начала исходного события и вероятностью взаимодействующих воздействий на станцию после распространения воздействий от источника на площадку.
- Количество различных возможных источников внешних событий техногенного происхождения, чья индивидуальная оцененная вероятность (для каждого источника) для одного вида взаимодействующего события может быть меньше УВО, но суммарная оцененная вероятность (для всех источников) может превысить это значение.

⁵ Типичные примеры:

- В сценарии падения самолета выбирается функция нагрузка-время, в общем относящаяся к небольшому коммерческому самолету, без каких-либо ссылок на вероятность падения, объем топлива или направления воздействия. Это обеспечит защиту в проекте от летящих предметов похожей массы и скорости (таких, как летящие предметы, вызванные ветром, падением элементов верхних конструкций и действиями человека).
- В сценарии взрыва «плоская волна» часто выбирается без какой-либо ссылки на источник. Ее следует применять в качестве дополнительного внешнего давления на конструкции для того, чтобы обеспечить защиту от любых случайных взрывов низкого уровня, произошедших в окрестности станции, которые подробно не учитываются в анализе выбранных событий.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА

4.13. Если вероятность появления рассматриваемого исходного события выше, чем заданное значение УВО, следует проводить детальную оценку. Это подразумевает, что следует рассматривать взаимодействующие события, а также соответствующие вероятности их появления.

4.14. Как только взаимодействующее событие определяется, следует установить верхнюю границу условной вероятности того, что данное событие приведет к неприемлемым радиологическим последствиям. Для конкретного типа рассматриваемой атомной электростанции следует консервативно оценить эту верхнюю границу, обозначенную здесь как значение условной вероятности (ЗУВ).⁶

4.15. Предоставлению непротиворечивых рекомендаций на стадии проектирования и сооружения следует уделять должное внимание при выборе единственной точки общего распределения вероятности события. Например, возможности материала следует выбирать в соответствии с допущениями по превышению вероятности события, поскольку общая надежность проекта сильно зависит от комбинации обоих допущений: в определении событий и возможностей материала.

4.16. Проектное значение вероятности (ПЗВ) для рассматриваемого взаимодействующего события следует затем определить путем деления УВО на ЗУВ.

4.17. Вероятность появления такого взаимодействующего события затем следует сравнить с ПЗВ, полученной таким образом, как это указывалось для рассматриваемого взаимодействующего события. Может возникнуть какая-либо одна из двух следующих ситуаций (см. блок 8 на Рис.1):

- (1) Если вероятность ниже, чем ПЗВ, то событие далее не рассматривается (см. блок 9 на Рис.1).

⁶ В некоторых странах эта верхняя граница универсально принималась равной 0.10. Однако этот вопрос следует тщательно рассмотреть для обеспечения того, что принятая величина на самом деле является верхней границей и согласуется с пределом значения вероятности, связанной с возникновением исходного события, имеющего радиологические последствия (часто принимаемой равной 10^{-7} в год).

- (2) Если вероятность выше, чем ПЗВ, то событие следует оценивать для установления того, можно ли надежным образом ограничить воздействия на АС взаимодействующего события путем их предотвращения или смягчения, или путем принятия инженерных или административных мер (см. блок 10 на Рис.1). Если да, то следует провести детальную оценку риска от взаимодействующего события, а событие следует считать постулированным исходным событием для анализа безопасности АС. В противном случае площадку следует отклонить (см. блок 11 на Рис.1).

Возможные повреждения оборудования и ошибки оператора (как на объекте, так и за его пределами), события техногенного или природного происхождения могут быть основными причинами постулированных исходных событий. Подробный перечень (спецификация) постулируемых исходных событий должен быть приемлемым для органа, регулирующего безопасность АС.

ПРОЕКТНЫЕ СОБЫТИЯ И ПАРАМЕТРЫ

4.18. В случае, когда для оценки риска применяется вероятностный подход, проектными параметрами для конкретного взаимодействующего события следует брать те, которые соответствуют вероятности появления равной ПЗВ.⁷

4.19. Для двух или более внешних событий техногенного происхождения данного вида, чьи вероятности близки (в пределах одного порядка величины), и от которых станцию следует защищать, основой проектного события следует определить событие, имеющее наиболее серьезные радиологические последствия.

4.20. События, входящие в перечисленные ниже категории, обсуждаются в последующих разделах более подробно, поскольку они существенны для многих возможных площадок атомных электростанций:

⁷ В общем, этот шаг неизбежно влечет за собой определение кривой риска, которая коррелирует с рассматриваемым проектным параметром. Например, пик избыточного давления связан с падающей ударной волной относительно вероятности, что такой параметр не будет превышен.

- авиакатастрофа;
- химические взрывы (детонация и выброс пламени);
- движущиеся жидкости и перемещаемые облака взрывчатого, возгораемого, агрессивного, ядовитого, удушающего или радиоактивного материала.

4.21. Следует также рассматривать другие определенные события, характерные для конкретной площадки, для которых следует применять подобную методологию.

5. КРУШЕНИЯ САМОЛЕТОВ

ОБЩИЕ АСПЕКТЫ

5.1. Возможность крушений самолетов⁸, которые могут воздействовать на площадку станции следует рассматривать на ранних этапах процесса оценки площадки, а потом оценивать в течение всего срока службы АС [4]. Такая возможность будет являться результатом вкладов в вероятность появления крушения самолета одного или более событий из приведенных ниже⁹:

Событие 1 вида: На площадке происходит крушение, вызванное обычными воздушными перевозками в регионе. Для оценки вероятности появления таких крушений площадка рассматривается как просека или круг площадью 0.1–10 км², а район размещения считается кругом с радиусом 100–200 км.

Событие 2 вида: Крушение происходит на площадке в результате взлетной или посадочной операции в ближайшем аэропорту.

⁸ Умышленные действия, которые могут потенциально воздействовать на площадку АС, исключены из рассмотрения в настоящем документе.

⁹ В общем, эту вероятность можно вычислить либо относительно статистики для исходных событий крушений, либо относительно статистики по частоте крушений. Однако последний из подходов опирается на данные, которые легче найти, и поэтому чаще применяется в странах. В последующих обсуждениях речь будет идти только о подходе, где используются данные по частоте крушений.

Событие 3 вида: Крушение происходит на площадке из-за авиационных перевозок по основным гражданским транспортным коридорам и в зонах военных полетов.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТБОР

Подход с использованием величины расстояния отбора

5.2. При проведении предварительной оценки следует рассматривать потенциальные источники крушений в районе расположения площадки в пределах определенного расстояния от площадки. ВРО, которая определяется с предположением, что любой риск, находящийся за пределами расстояния для отбора, является достаточно незначительным, и его можно игнорировать, получают на основании детерминистической и вероятностной оценки спектра рисков авиакатастроф.

5.3. В информацию, которую необходимо собирать для оценки ВОР, входят следующие данные:

- расстояние от площадки до ближайшего аэропорта и расположение взлетно-посадочных зон по отношению к расположению станции;
- виды и частота воздушных перевозок;
- трассы коридоров воздушных перевозок и места пересечения воздушных маршрутов;
- расстояния от площадки АС до таких военных установок, как военные аэродромы и полигоны для обучения бомбометанию и стрельбе.

ВРО можно оценить только для событий 1 и 2 вида¹⁰.

5.4. Риски авиакатастроф можно изъять из первоначального отбора, если возможная площадка лежит за пределами ВРО, определенных для

¹⁰ Если вероятность аварии коммерческого самолета во время взлета или посадки предполагается равной 10^{-5} – 10^{-6} , что можно взять в качестве начальной точки в оценке вероятности происшествия с событиями 2 вида, то можно принять, что аварии имеют тенденцию случаться в пределах полукружностей с радиусом 7.5 км и с центром в конце взлетно-посадочной полосы.

всех возможных событий этого типа¹¹, при условии, что вероятность возникновения события 1 вида меньше, чем УВО.

Подход с использованием уровня вероятности отбора

5.5. Для целей отбора следует использовать вероятностный подход, если площадка расположена в пределах ВРО, оцененной по методике, приведенной выше. Таким образом, если вероятность появления взаимодействующих событий для всех типов авиакатастроф меньше, чем заданный УВО, то нет необходимости в детальной оценке, и достаточным является представление контрольной информации. Однако если вероятность равна или превышает УВО, следует переходить к детальной оценке.

5.6. При использовании критерия отбора по УВО следующие аспекты следует принимать во внимание:

- Вероятность событий 1 вида следует тщательно оценить в особенности для густо населенных районов с несколькими гражданскими аэропортами, а посему и с большим количеством полетов. Для того чтобы избежать неконсервативного усреднения, следует надлежащим образом разбить рассматриваемую область на зоны.
- Вероятность авиационных катастроф обычно выше в окрестностях аэропортов, как гражданских, так и военных (события 2 вида). Следует провести отдельную проверку районов в окрестностях аэропортов.
- Для событий 3 вида следует тщательно изучить вероятность крушений гражданского самолета вблизи контрольных коридоров авиаперевозок. В целом для территорий за пределами контрольных

¹¹ Одна страна приняла следующий критерий для оценки ВРО. Потенциальные риски от падений самолетов учитываются, если: воздушные пути или подлеты к аэропорту проходят на расстоянии менее 4 км от площадки; аэропорты расположены в пределах 10 км от площадки (для всех самых крупных аэропортов); для крупных аэропортов, если расстояние d в километрах до предполагаемой площадке менее 16 км, и количество ожидаемых ежегодных полетных операций превышает $500d^2$. Там, где расстояние d больше 16 км, риск учитывается, если количество ожидаемых ежегодных полетных операций превышает $1000d^2$. Для военных объектов или использования воздушного пространства в военных целях (полигоны для практических занятий по бомбометанию и стрельбе), которые могут представлять собой риск для площадки, риск будет учитываться, если такие объекты расположены в пределах 30 км от предполагаемой площадки.

коридоров авиаперевозок эта вероятность заметно падает и, как правило, меньше, чем заданный УВО (например, 10^{-7} /год). Это не совсем правдиво для военного самолета, который может и не следовать запрограммированным планам полета или регламентам полета.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА

5.7. В том случае, когда необходимо проведение детальной оценки, для каждого рассматриваемого класса самолетов (небольших, средних и больших гражданских и военных самолетов) следует определить вероятность авиационной катастрофы в регионе, используя при этом статистические данные об авариях, упомянутые в Разделе 3. Результаты следует выражать в количестве катастроф в год на единицу площади. Эта вероятность будет представлять собой функцию расположения площадки по отношению к взлетно-посадочным полосам аэропорта. Аварии наиболее вероятны в пределах последних трех или четырех километров перед самым отдаленным посадочным периметром взлетно-посадочной полосы, а также в секторах в пределах 30° в каждую сторону от оси взлетно-посадочной полосы.

5.8. Оцененная вероятность авиационной катастрофы, оказывающей влияние на станцию, можно определить в терминах числа аварий в год на единицу площади, умноженного на эффективную площадь нанесения ущерба элементам, важным для безопасности.

5.9. Размеры эффективной площади зависят от: среднего угла траектории по отношению к горизонту; размеров площадей станции, где расположены соответствующие конструкции, и от высоты этих конструкций; от других зон, имеющих отношение к элементам, важным для безопасности; и от поправок, относящихся к размеру самолета¹². При вычислении эффектив-

¹² Некоторые страны решили проектировать все атомные электростанции с учетом защиты от авиакатастроф, определив вероятность равную примерно 10^{-6} в год для авиакатастрофы на площади 10000 м^2 в любом месте страны. Соответственно, была выведена функция единичной идеализированной нагрузки для конкретного типа самолета, которая принимается в качестве типовой авиакатастрофы для целей проектирования в этих странах. В других странах для эффективной площади используются цифры от 10000 м^2 до 40000 м^2 . При вычислениях этих значений углы траектории по отношению к горизонту предпологаались равными 10° – 45° .

ных площадей следует сделать поправки на скольжение. Не смотря на то, что инерция самолета может быть существенно ниже, вероятно длина скольжения, равная нескольким сотням метров. Удары при скольжении возможны только в случае малых углов снижения. Вероятность их весьма мала при углах выше 15°.

5.10. В Разделе 4 описаны шаги, которые необходимо выполнить после проведения детальной оценки.

ОЦЕНКА РИСКОВ

Проектные события

5.11. Для некоторых типов самолетов вероятность падения на данной площадке может быть равна или выше, чем ПЗВ. Станцию следует защитить от падений самолетов любого типа. Обычная гарантия предоставляется, если станция защищена от падения самолета, от которого ожидаются наиболее тяжелые последствия для станции.

5.12. Также следует учитывать компоновку станции – и особенно физическое разделение и дублирование элементов, важных для безопасности, особенно для уязвимых частей станции. Это вносит свой вклад в основу для принятия решения относительно того, возможно или нет осуществление приемлемого инженерного решения.

5.13. В том случае, когда вероятность падения самолета равна или превышает ПЗВ, следует определить тяжесть последствий. Для детерминистического предположения об образцовой (контрольной) авиакатастрофе, которая охватывает набор возможных сценариев (см. пункт 4.11), следует дополнительно провести детальный анализ вызываемых воздействий с учетом местных воздействий на конструкции, непосредственного повреждения первичными и вторичными летящими предметами, порождаемых вибраций и воздействиями от топлива. Ниже приводятся примеры воздействий, которые следует учитывать и включать в проектную основу.

Первичный удар и вторичные летящие предметы

5.14. В оценку воздействий падения самолета следует включить анализ возможности разрушения конструкций из-за усилия сдвига и изгибающей

силы, возможности пробивания отверстий в конструкциях, растрескивания бетона конструкций и распространения ударных волн, которые могут оказать воздействие на элементы, важные для безопасности.

5.15. Падающий самолет может развалиться на части, которые станут отдельными летящими предметами со своими собственными траекториями. Анализ следует проводить на основе инженерного решения о летящих предметах, которые могут быть образованы, и об их значимости, с должным рассмотрением возможности одновременных ударов по независимым резервным системам. При особых обстоятельствах следует рассматривать воздействия вторичных летящих предметов.

Воздействия, вызываемые топливом самолета

5.16. Следует принимать во внимание следующие возможные последствия сбрасывания топлива с самолета, терпящего крушение:

- горение топлива за пределами самолета, приводящее к повреждению внешних элементов АС, важных для безопасности;
- взрыв части или всего топлива вне зданий;
- попадание продуктов горения в системы вентиляции или подачи воздуха;
- попадание топлива в здания через нормальные отверстия, через дыры, образованные в результате катастрофы, а также в виде пара или аэрозолей через каналы притока воздуха, что приводит к последующим пожарам, взрывам или побочным эффектам.

Проектные параметры

5.17. Проектные параметры прямого воздействия самолета на конструкции АС можно определить с различными уровнями детализации в зависимости от того уровня, который необходим для окончательной оценки. Это будет зависеть от важности данного события для проекта конкретной АС и от степени консерватизма, принимаемой в процессе проектирования в целом. Ниже приводятся два примера:

- Распределение массы и устойчивость конструкции вдоль рассматриваемого самолета (одного или нескольких), форма носовой части, площадь воздействия, скорость и угол падения, – когда оценка конструкции включает подробный местный анализ возможности разрушения конструкции из-за усилия сдвига и изгибающей силы,

растрескивания и откалывания бетона конструкций и пробивания отверстий в конструкциях.

- Функция нагрузка-время, которая может быть независимой от конкретного самолета и типичного представителя какого-либо класса самолетов с соответствующей массой, скоростью и зоной приложения, где оценка конструкции включает в себя только предварительный отбор местных воздействий в сравнении с другими проектными событиями, или для общей оценки воздействий от вызванной вибрации на конструкции и элементы.

5.18. Тип топлива и максимальное количество топлива, потенциально участвующего в аварии, следует оценивать всегда для того, чтобы количественно измерить эффект взаимодействия пожаров и установить их соотношение с потенциальным повреждением конструкций. Для этой цели объем топлива следует оценивать на основе информации о типе самолета и о стандартных планах полетов.

5.19. Эти величины может быть необходимо будет оценить для частей самолета, которые отделились и образовали вторичные летящие предметы.

5.20. В процессе выбора площадки или для оценки проекта АС могут оказаться полезными функции нагрузка-время, разработанные для некоторых типов самолетов. Примеры функций нагрузка-время приводятся в [2].

6. ВЫБРОС ОПАСНЫХ ТЕКУЧИХ СРЕД

ОБЩИЕ АСПЕКТЫ

6.1. В Разделе 6 обсуждаются опасные текучие среды (взрывчатые, горючие, агрессивные и ядовитые среды, включая сжиженные газы), которые обычно держат в закрытых контейнерах, а после выброса могут привести к появлению риска для элементов, важных для безопасности и для жизни человека. Этому вопросу следует уделять особое внимание виду возможного выброса следующих веществ:

- Горючие газы и пары, которые могут образовывать взрывоопасные облака и проникать во впускные устройства систем вентиляции и гореть или взрываться,

- Удушающие и ядовитые газы, которые могут угрожать жизни человека и ухудшать ключевые функции безопасности,
- Агрессивные и радиоактивные газы и жидкости, которые могут угрожать жизни человека и ухудшать работоспособность оборудования.

6.2. В Разделе 6 обсуждаются исходные события и механизмы распространения. Воздействия взрывов (если они являются предметом рассмотрения) обсуждаются затем в Разделе 7. Механизмы взаимодействия с АС существенно меняются от одного события к другому (см. Таблицу I), но явления распространения могут обсуждаться для всего диапазона опасных веществ. Воздействия ядовитых, агрессивных и удушающих веществ рассматриваются на стадии проектирования и являются предметом других Руководств по безопасности.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТБОР ДЛЯ ОПАСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

6.3. Следует выявить те виды деятельности и объекты, где происходит обработка, обращение, хранение или транспортирование горючих, ядовитых или агрессивных жидкостей, расположенных в пределах ВРО. Выбранное ВРО будет зависеть от ряда факторов, таких как физические свойства вещества, топография района, и вид и степень индустриализации. Как правило, это значение близко к ВРО, используемой для фиксированных источников взрывов (см. Раздел 7).

6.4. Если возможный риск в пределах ВРО для компонентов, важных для безопасности, от этих видов деятельности и объектов меньше, чем риск от тех же материалов, которые хранятся на площадке, и для которых предусмотрена защита, то не следует проводить дальнейшего исследования. В противном случае потенциальный риск от деятельности за пределами площадки следует оценивать, используя сначала консервативный и простой детерминистический подход.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОПАСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

6.5. Если есть такие источники опасных жидкостей, которые не были исключены в предварительной оценке, следует провести более подробную оценку потенциального риска от этих источников.

6.6. Для каждого объекта следует определить места расположения этих источников и максимальные запасы, количество, находящееся на хранении или количество, каким-либо другим образом содержащееся там.

6.7. Следует оценить вероятность разрыва контейнера или вероятность любой утечки из хранилища объекта.

6.8. В качестве наихудшего возможного варианта следует оценить максимальное количество опасных жидкостей, которые могут быть выделены, скорость выброса и относительную вероятность выброса.

6.9. Следует оценить вероятность выброса опасной жидкости от передвижного источника, который перемещается в пределах ВРО, с допущением, что при транспортировании выделяется максимальное число жидкостей. Если необходима более точная оценка, предполагаемое число следует оценивать на основе вероятностей различного числа жидкостей, которые одновременно присутствуют в выбросе. Для передвижных источников, таких как баржи и суда, перевозящих большое количество опасных жидкостей в пределах ВРО, следует предположить, что они сели на мель в той точке на подступах к АС, где возможны наиболее неблагоприятные воздействия на станцию.

6.10. Важным путем опасного взаимодействия с АС является забор воды. Опасность может возникнуть из-за утечки на соседнем заводе или при аварии танкера, часто после неконтролируемого дрейфа. Параметры растворения и рассеивания жидкости и ее попадания в водозаборное устройство следует оценить, а АС следует должным образом защитить от этого. Следует учесть тот факт, что утечка взрывчатых жидкостей или жидкостей с высокой степенью возгораемости в воду может привести к образованию плавающих пятен, которые могут приблизиться к АС по побережью или вдоль берега реки. Следует провести консервативную оценку и учесть параметры рассеивания. Также следует учесть вероятность того, что жидкости с низкой температурой вспышки могут быть извлечены из загрязненных источников систем водозабора.

6.11. Следует определить ближайшее к станции место, где опасные жидкости могут накапливаться в заводах, учитывая при этом топографию поверхности земли и компоновку станции.

6.12. Затем следует оценить вероятности взаимодействий опасных жидкостей с элементами, важными для безопасности, и с персоналом.

ОЦЕНКА РИСКА ОТ ОПАСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Проектное событие

6.13. Для любого скопления опасных жидкостей следует определить его расположение и размеры, а также протоки к нему и от него. Связанные с ними риски для атомной электростанции следует оценить.

6.14. Возможно, удастся предотвратить течение жидкости по направлению к атомной электростанции с помощью инженерных сооружений, таких как земляные укрепления. Для зафиксированного источника такой барьер может быть сооружен в непосредственной близости от источника, и тем самым риск для атомной электростанции будет снижен.

Проектные параметры

6.15. Следующие важные параметры и свойства следует установить для их включения в проектные основы для защиты атомной электростанции от опасных жидкостей:

- количество жидкости,
- площадь поверхности скопления жидкости,
- химический состав,
- концентрация (потенциал агрессивности),
- парциальное давление паров,
- температура кипения,
- температура воспламенения,
- токсичность.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ДЛЯ ГАЗОВ, ПАРОВ И АЭРОЗОЛЕЙ

6.16. Газы, пары и аэрозоли от легкоиспаряющихся жидкостей могут после выброса образовывать облако и перемещаться. Дрейфующее облако может воздействовать на атомную электростанцию следующими двумя путями:

- Когда облако остается за пределами станции (либо около источника, либо после перемещения) существует потенциальный риск, подобный рискам от других внешних событий техногенного

происхождения, рассматриваемых в настоящем Руководстве по безопасности (пожары, взрывы и связанные с ними воздействия).

- Облако может пройти в здания станции, представляя опасность для персонала и для элементов, важных для безопасности, особенно, если облако представляет собой ядовитый, удушающий или взрывоопасный газ. Оно также может повлиять на условия работы на БЩУ и в других важных зонах АС.

6.17. Наиболее практичным методом защиты против опасности такого типа является защита от потенциального источника посредством расстояния.

6.18. Облака ядовитого или удушающего газа могут оказать серьезные воздействия на персонал АС. Агрессивные газы могут вызвать повреждение систем безопасности, а также могут, например, привести к потере изоляции в электрических системах. Эти вопросы следует тщательно рассмотреть.

6.19. При оценке опасности из-за дрейфа облака следует учитывать метеорологическую информацию, поскольку местные метеорологические условия окажут влияние на рассеивание. В частности, следует провести исследования рассеивания на основе вероятностных распределений направления ветра, скорости ветра и категории стабильности атмосферы.

6.20. Для постулированного события подземного выброса опасных газов или паров следует рассмотреть маршруты истечения и эффекты просачивания, которые могут привести к высоким концентрациям опасных газов в зданиях или к образованию облаков опасного газа в пределах ВРО.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТБОР ДЛЯ ГАЗОВ, ПАРОВ И АЭРОЗОЛЕЙ

6.21. Окрестности атомной электростанции следует исследовать с целью определения всех возможных источников вредных облаков, находящихся в пределах ВРО.¹³ Следующим источникам следует уделить особое внимание:

¹³ В некоторых странах-членах МАГАТЭ для источников опасных облаков для ВРО используется величина равная 8–10 км.

- химические заводы,
- нефтеперегонные заводы,
- наземные и подземные системы хранилищ,
- трубопроводы для летучих жидкостей, газов и сжиженных газов,
- транспортные маршруты и связанные с ними потенциальные источники, внешние по отношению к ВРО, на которых могут образовываться опасные облака.

6.22. Предварительная оценка служит для того, чтобы отсеять те объекты и виды деятельности, которые в дальнейшем не следует учитывать. Следует выбирать консервативные критерии и простые в применении, например, учитывая существование подобных, но больших по размеру потенциальных источников, расположенных ближе к площадке, и количества материалов, хранимых на самой площадке. На первом шаге этой оценки следует сделать допущение о том, что в событие вовлечены максимальные запасы станции и пункта хранения.

6.23. Для первого шага предварительной оценки передвижных источников, находящихся в пределах ВРО, также следует применять консервативный и простой в применении метод. Для данной транспортной системы следует определить максимальное количество опасного материала, который может достичь точки наибольшей потенциальной опасности для АС. Следует сделать допущение, что это количество будет присутствовать в любом происшествии, которое может произойти. Следует оценить воздействие на станцию взаимодействующих событий. Если они несущественны, то в дальнейшем их не стоит рассматривать. Особое внимание следует уделить вопросам рассмотрения облакам из взрывчатых веществ, поскольку теория поведения таких облаков все еще разрабатывается.

6.24. Если необходимо дальнейшее рассмотрение, оценку следует постепенно уточнять для получения вероятности появления взаимодействующего события, учитывая частоту прохождения опасных партий груза и вероятность аварии во время такого прохождения. Если полученная в результате вероятность появления взаимодействующего события больше, чем УВО, то следует провести более подробную оценку.

6.25. Те потенциальные источники, которые не были исключены при начальном процессе отбора, следует учитывать при детальной оценке.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЛЯ ГАЗОВ, ПАРОВ И АЭРОЗОЛЕЙ

6.26. В детальной оценке следует оценивать вероятность появления взаимодействующего события из-за облаков газа, то есть вероятности того, что пределы воспламеняемости или токсичности превышены. Следует учитывать следующие факторы:

- вероятность появления исходного события (например, разрыв трубы);
- количество выделенного материала и скорость выброса;
- вероятность того, что облако будет дрейфовать по направлению к атомной электростанции;
- разбавление из-за атмосферного рассеивания;
- вероятность возгорания для облаков из взрывчатых веществ.

Для факторов (3) и (4) следует учитывать распределения вероятности направления ветра, скорости ветра и категорий стабильности атмосферы, если только для этих параметров не сделаны допущения относительно консервативных значений этих параметров. Для подземных выбросов следует учитывать эффекты просачивания.

6.27. В Разделе 4 четко изложены те шаги, которые следует выполнить после детального анализа вероятности того, что пределы концентрации токсичности и горючести могут быть превышены на атомной электростанции.

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ГАЗОВ, ПАРОВ И АЭРОЗОЛЕЙ

6.28. При анализе риска, связанного с перемещением облаков опасных газов, паров или аэрозолей, следует учитывать вероятность появления взаимодействующего события и его характеристики. Взаимодействие может состоять из образования на атомной электростанции существенных уровней перемещаемых по воздуху ядовитых веществ, или горючих или взрывоопасных веществ внутри или за пределами станции. В каждом случае следует оценивать воздействия от облаков таких видов на безопасность станции. Для каждого типа следует установить проектное событие.

Образование дрейфующих облаков опасных газов, паров или аэрозолей

6.29. Для оценки образования дрейфующего облака опасных газов, паров или аэрозолей и его взаимодействия с элементами, важными для безопасности, следует различать:

- недогретые до температуры насыщения сжиженные газы; и
- газы, сжиженные под давлением и неконденсируемые сжатые газы.

Газы группы (1) обычно хранятся в изолируемых контейнерах при очень низких температурах, в то время как газы группы (2) поддерживаются при температурах внешней среды.

Недогретые сжиженные газы

6.30. Обычно выброс недогретого сжиженного газа будет происходить в форме равномерной утечки в течение существенного периода времени (при данной скорости утечки), но следует также рассмотреть и возможность мгновенного выброса (общий внезапный выброс) в зависимости от следующих условий, связанных с выбросом:

- тип контейнера для хранения и связанная с ним система труб;
- максимальный размер отверстия, через которое материал может утекать;
- максимальное количество материала, которое может быть вовлечено;
- соответствующие обстоятельства и тип повреждения контейнера.

6.31. Начальной точкой для подробного анализа является оценка диапазона скоростей утечки и связанные с этим вероятности повреждения, или общее количество выделенного материала и связанная с эти вероятность повреждения. Если выбрасывается большое количество недогретого жидкого газа, большая часть этого газа может оставаться в жидкой фазе в течение длительного времени. В течение этого периода с ним следует обращаться как с жидкостью, хотя небольшая часть этого газа испарится практически моментально.

6.32. Характеристики пятна, сформированного жидкостью, такие как его расположение, площадь поверхности и скорость испарения, следует оценить с учетом скорости ветра и пропускной способности и теплопроводности почвы (если имеется просачивание в почву). Там, где

это применимо, следует покрывать любые искусственные водоемы или водосборные бассейны материалами с низкой теплопроводностью для того, чтобы удержать сброс жидкостей.

6.33. Для оценки максимальной концентрации на площадке можно использовать модели, представленные в [12]. Использовать их нужно осторожно, поскольку часто выбрасываемые газы имеют очень низкую температуру, и модели не применимы абсолютно к смеси газ-воздух с отрицательной или положительной плавучестью.

Газы, сжиженные под давлением и неконденсируемые сжатые газы

6.34. Образование большого облака более вероятно для газов, сжиженных под давлением, и для неконденсируемых сжатых газов, чем для недогретых сжиженных газов. Детальный анализ для них легче, поскольку источник определяется проще, а в некоторых случаях рассеивание облака обусловлено более простыми явлениями.

6.35. Как и для сжиженных газов, выброс следует характеризовать скоростью утечки или мгновенным суммарным выбросом. Следует проводить подобную оценку. Используемые допущения будут зависеть от вида резервуара для хранения, технологических сосудов и их трубопроводов и связанной с ними вероятности повреждения (отказа).

6.36. При принятии надлежащих допущений относительно количества материала, которое может быть выпущено в случае аварии, следует учесть промежуток времени до принятия меры по прекращению утечки. Например, клапаны трубопроводов могут закрываться автоматически, изолируя таким образом разорванный участок трубы.

6.37. При подземном трубопроводе, как правило, слоя почвы недостаточно для предотвращения утечки газов, выделяющихся из трубопровода. Может иметь место просачивание, или газ может выделяться через трещины или разрывы. Во всех случаях, когда характеристики газообразного выброса в атмосферу установлены, следует выбрать модель для определения рассеивания газа по направлению к площадке АС. Следует обращать внимание на метеорологические условия, которые принимаются на момент образования облака и на период его рассеивания в атмосфере. Из-за неопределенности в других факторах, таких как количество и скорость выброса, может быть использование упрощенной модели рассеивания, выведенной для усредненной площадки, будет достаточным.

Проектные параметры

6.38. Вычисленные концентрации следует сравнить с реперными (эталонными) концентрациями, которые зависят от характеристик материала и от риска. Для возгораемых или взрывчатых облаков реперной концентрацией является нижний предел возгораемости. Для ядовитого материала реперными концентрациями являются пределы токсичности.

6.39. Для ядовитых, агрессивных или горючих облаков следующие характеристики являются важными, имеющими отношение к проекту, характеристиками:

- химический состав,
- концентрация во времени и пространстве,
- предел токсичности и удушающие свойства,
- предел возгораемости.

7. ВЗРЫВЫ

ОБЩИЕ РАССУЖДЕНИЯ

7.1. В Разделе 7 обсуждаются взрывы твердых, жидких и газообразных взрывчатых веществ непосредственно на источнике или вблизи от него. Для целей анализа рассеивания, как упоминалось ранее, рассматриваются также движущиеся облака газов и паров.

7.2. Слово взрыв используется в настоящем Руководстве по безопасности достаточно широко для обозначения любой химической реакции между твердыми или жидкими веществами, парами и газами, которые могут привести к существенному росту давления, возможно из-за импульсных нагрузок, нагрузок сопротивления, пожара или повышенной температуры. Взрыв может принимать форму выброса пламени, которое образует умеренные давления, тело или пожар, или детонации, которая образует высокие давления и связанные с этим нагрузки сопротивления, но обычно не сопровождается существенными тепловыми эффектами. Вызывает ли возгорание конкретного химического пара или газа сгорание или детонацию в воздухе, зависит от исходной концентрации

химического пара или газа. При концентрациях в два-три раза превышающих предел сгорания может произойти детонация. Предел сгорания и соответствующие воздействия связаны со скоростью горения.

7.3. Очевидно, что максимальная скорость горения (относительно негорючих газов) для газового облака возрастает с ростом размера облака, и что существует предел скорости горения для гомогенных смесей. Этот предел представляется в функции от энергии зажигания и турбулентности, вызываемой различными препятствиями. Для выбросов пламени в атмосферном воздухе и при отсутствии значительной турбулентности скорость горения, возможно, не превысит нескольких десятков метров в секунду. Химическая реакция образует продольную волну, передвигающуюся со скоростью близкой к скорости звука, образуя пик избыточного давления в несколько десятых бара (примерно до 0.3 бар или 30 кПа) в падающей волне. При небольшом ограничении и для насыщенного углеводорода, такого как бутан, скорость горения будет больше и избыточное давление мгновенного сгорания, равное 1 бар достижимо. Если более реактивные виды топлива, такие как этилен, присутствуют при максимально свободных условиях, то есть там, где продольная волна может распространяться без взаимодействия с конструкциями, давление может возрасти до 5 бар и выше. Также возможно, что воспламенение облака газа инициирует мгновенное сгорание, которое из-за турбулентности или частичного ограничения (например, множественное отражение) перерастет в детонацию, воздействующую только на ограниченный объем. В этом случае избыточное давление от нескольких десятых бара (десятки килопаскалей) до 20 бар (примерно 2 Мпа) может быть образовано в окружающем пространстве.

7.4. При детонации твердых веществ и/или частичной детонации смеси топливо-воздух, газ или пар, реакция вызывается ударом, эта смесь будет передвигаться со скоростью выше скорости звука и будет образовывать высокие пики избыточного давления. С веществами, имеющими высокую взрывоспособность (такие, как тринитротолуол) пики давления в ближайших окрестностях могут быть порядка 1000 бар (100 МПа). Однако, в диапазонах, представляющих интерес, избыточное давление, вероятно, будет ниже 0.5 бар. Инженерные соотношения следует использовать для определения соотношения между пиком давления, работой взрыва и расстоянием от взрыва.

7.5. При анализе возможности взрывов следует рассматривать все потенциальные источники, лежащие в пределах ВРО, как это описано в

Разделе 3. Этот процесс позволит провести оценку следующих параметров для каждого идентифицированного источника:

- Тип и максимальное количество материала, которое может одновременно взорваться,
- Расстояние и направление от источника взрыва до площадки,

Где масса взрывчатого вещества обычно выражается в терминах эквивалента массы тринитротолуола для обычных взрывчатых веществ.

7.6. Взрыв вызовет продольную волну, движущуюся от источника, с ударным фронтом, движущимся со сверхзвуковой скоростью. Рост во времени избыточного давления, то есть давления выше начального атмосферного давления, следует определять, используя стандартные процедуры. Давление в любой фиксированной точке свободного пространства, то есть давление, которое будет регистрироваться, если продольная волна распространяется свободно без присутствия взаимодействующих конструкций, определяется как боковое или падающее избыточное давление. При отражении продольной волны взаимодействующими преградами избыточное давление может увеличиться в несколько раз, и будет определяться как отраженное избыточное давление.¹⁴

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

7.7. Если, исходя из прошлого опыта и существующей информации, установлено, что атомная электростанция может безопасно выдержать случайное падающее избыточное давление, то для любого исходного события ВРО следует определять путем вычисления нормированного расстояния, соответствующего этому избыточному давлению.¹⁴

7.8. ВРО, соответствующую взрывам, следует оценивать с использованием упрощенного консервативного подхода, основанного на инженерном соотношении между эквивалентом массы тринитротолуола и расстояния.

¹⁴ В одной стране-члене МАГАТЭ полагают, что типовой станции не нужен никакой анализ отраженного избыточного давления, если его значение меньше 0.07 бар, и для которого $ВРО = 18W^{1/3}$ (W – в кг, ВРО – в метрах). Другие страны просто принимают для взрывов ВРО в диапазоне от 5 до 10 км.

79. После идентификации и оценки основных параметров взрыва следует провести предварительную оценку потенциальных источников взрыва, используя простые детерминистические методы, применяемые консервативно с целью принятия решения относительно целесообразности дальнейшего рассмотрения. Детальный анализ потенциальных рисков от источников, которые не были отсеяны, следует проводить для того, прийти к проектному событию, либо исключить взрывы из дальнейшего рассмотрения.

710. Обычно бывает достаточно определить потенциальный риск от доминирующего источника данного вида в окрестностях атомной электростанции и доказать, что он охватывает (включает в себя) все источники этого вида. Анализ возможных воздействий на элементы, важные для безопасности, следует проводить на этапах углубленного рассмотрения.

711. Если площадка расположена в пределах ВРО, следует провести анализ вероятности возникновения взрыва. Вероятность взрыва на опасных промышленных предприятиях, нефтеперегонных заводах и складах обычно превышает значение УВО. Если только нет адекватного обоснования, то следует принимать консервативное допущение, что взорвется максимальное количество взрывчатого материала, обычно хранящегося на источнике. Затем следует проводить анализ воздействий взаимодействующих событий (падение продольных волн, земляные толчки и летящие предметы) на элементы, важные для безопасности. Вторичные воздействия пожаров, являющиеся результатом взрывов, также следует рассматривать, как это обсуждается в Разделе 8.

712. Анализ вероятности появления взрыва делает необходимым данные об относительной частоте взрывов на промышленных и военных установках или на транспортных маршрутах в окрестности площадки. Если такой информации нет, то следует сослаться на мировую статистику и/или мнение экспертов после инженерных обследований потенциальных источников в окрестностях площадки.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЗРЫВОВ

713. Если в пределах ВРО есть объекты или ведутся работы с таким количеством взрывчатого материала, которого достаточно для оказания

влияния на безопасность, а вероятность возникновения взрыва выше значения УВО, то следует провести более детальный анализ для того, чтобы установить проектное событие. Если в результате детального анализа, когда используются более конкретные данные, вычисленное значение вероятности возникновения постулированного взрыва превышает ПЗВ, следует определить проектный взрыв.

7.14. Для целей оценки важности взаимодействующего события следует сравнить защиту, необходимую для проектного взрыва, с той защитой, которая уже существует от избыточного давления, вызываемого другими внешними событиями, такими как ураганы и смерчи.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЗРЫВОВ

7.15. Если в пределах ВРО существует возможность взрывов на транспортных магистралях, то следует оценить их потенциальные воздействия. Если эти воздействия значительны, то следует определить частоту перевозок взрывоопасных грузов. Используя эти данные, следует определить вероятность возникновения взрыва в пределах ВРО, и если она меньше, чем УВО, то не следует проводить дальнейшего анализа. Особое внимание следует уделить возможным рискам, связанным с большими взрывоопасными грузами, такими которые перевозятся товарными поездами по железной дороге или судами.

7.16. Для вычисления вероятности взрыва следует использовать надлежащие методы. Если для проведения адекватного анализа в наличие нет достаточного объема статистических данных для данного региона, то следует ссылаться на мировую статистику, на подходящие данные о других схожих регионах и/или на мнение экспертов после проведения инженерных обследований потенциальных источников в районе расположения площадки.

ДЕТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЗРЫВОВ

7.17. Если значение вероятности взрыва в пределах ВРО превышает значение УВО, следует проводить детальный анализ, используя характерные и уточненные данные о возможных источниках в окрестностях площадки. Прежде всего, последствия взрыва следует

оценить для упрощенного случая, когда делается допущение о том, что для данной транспортной магистрали общее количество взрывчатого материала, которое может перевозиться в одной партии, взрывается в том месте, где возникновение взрыва приводит к наиболее тяжелым воздействиям на элементы, важные для безопасности. Если последствия такого упрощенного случая имеют недопустимое воздействие на элементы, важные для безопасности, то следует собрать дополнительную информацию и принять усовершенствованные допущения относительно количества взрывчатых веществ, а также о вероятности из взрыва в любой конкретной точке вдоль магистрали.

ОЦЕНКА РИСКА

718. Продольные волны, уровень сопротивления и локальные тепловые эффекты на станции будут разными в соответствии с типом и количеством взрывчатого материала, конфигурацией взрывчатого материала, метеорологических условий, компоновки станции и топографии. Обычно принимают некие допущения при разработке проектных основ для взрывов, принимая во внимание данные о количестве и свойствах вовлеченных химических продуктов. Эквиваленты тринитротолуола обычно используются для оценки безопасных расстояний для данного количества взрывчатых химических продуктов и для данного сопротивления давлению рассматриваемых конструкций. Для некоторых взрывчатых химических продуктов экспериментально было определено соотношение давление-расстояние, которое следует использовать напрямую.

719. Следует идентифицировать летящие предметы, которые могут быть образованы при взрыве. Для этого следует использовать инженерное мнение с учетом источников образования этих летящих предметов. В частности, следует учитывать свойства рассматриваемого взрывчатого материала и характеристики объекта, на котором предполагается возникновение взрыва.

720. Следует также рассматривать возможные движения почвы и другие вторичные эффекты, такие как начало пожара, выброс ядовитых газов и образование пыли.

721. Для установленного проектного взрыва следует определить следующие параметры:

- свойства взрывного вещества;
- свойства продольных волн (максимальные значения бокового или падающего и отраженного избыточного давления и развитие продольной волны во времени);
- свойства образуемых летящих предметов (материал, размеры, скорость удара);
- земляные толчки, особенно для подземных элементов).

Следует заметить, что расположение конструкций на площадке может привести к значительному наложению отраженных продольных волн с увеличением равнодействующей давления. Для целей установления проектной основы следует получить некоторые знания о концепции и предварительном проекте предлагаемой АС.

8. ДРУГИЕ ВНЕШНИЕ СОБЫТИЯ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

ОБЩИЕ АСПЕКТЫ

8.1. Помимо трех основных видов внешних событий техногенного происхождения, а именно событий из-за крушений самолетов, взрывов и опасных жидкостей и газов, могут быть и другие виды взаимодействующих событий, которые могут являться результатом внешних событий техногенного происхождения. Пожары являются одним таким видом, который может быть общим для ряда внешних событий техногенного происхождения. В частности, пожары могут быть вызваны таким событием, как падение самолета или взрыв химических продуктов.

ПОЖАРЫ

8.2. На самой площадке и в ее окрестностях следует провести обследование для того, чтобы определить потенциальные источники пожара, такие как леса, торф, пункты хранения для горючих предметов с низкой летучестью (особенно цистерны для хранения углеводорода), древесина или пластики, заводы, которые производят или хранят такие материалы, их транспортные пути и растительность.

8.3. Площадь, которую необходимо проверить на возможное возникновение пожаров, которые могут повлиять на элементы, важные для безопасности, следует выбрать радиусом равную ВРО для этого вида риска.¹⁵

8.4. Меры безопасности для защиты АС от внутренних пожаров также обеспечивают некоторую защиту и от внешних пожаров. Их следует учитывать при оценке воздействий на станцию внешних пожаров.

8.5. Также следует учитывать защиту от рисков пожаров, существующую на самом источнике. Например, наличие автоматических спринклерных систем или постоянное присутствие местных пожарных может уменьшить вероятность серьезного пожара.

8.6. Основным риском для площадки АС, относящимся к пожарам, является горение частей станции и их повреждение в результате горения. Может возникнуть частичное разрушение конструкций. Дым и ядовитые газы могут оказать воздействие на операторов АС и на некоторые системы станции. Особое внимание следует уделить источникам, являющимся причиной возможных отказов по общей причине. Например, внешняя система аварийного электроснабжения может быть отрезана пожаром, в то время как аварийные дизель генераторы могут отказать из-за дыма, попадающего в их воздухозаборники.

8.7. Следует рассмотреть вероятность того, что могут возникнуть помехи для аварийного доступа, а пути эвакуации могут быть перекрыты большим пожаром.

8.8. Следующие параметры и характеристики определяют величину пожара:

- максимальный поток тепла,
- величина рисков от горящих фрагментов и дыма,
- продолжительность пожара.

8.9. Следует учитывать, что тепловой поток обратно пропорционален расстоянию от пожара, хотя другие факторы могут повлиять на это соотношение.

¹⁵ Этот радиус равен примерно 1-2 км от атомной электростанции.

СТОЛКНОВЕНИЕ СУДОВ

8.10. Столкновение судов может составлять особый риск для структур водозабора атомной электростанции.

8.11. Если найдено, что вероятность столкновения судов выше значения УВО, то следует провести детальный анализ для того, чтобы оценить последствия такого воздействия. В этом анализе следует провести моделирование неконтролируемого дрейфа судов и лодок для отдыха (в особенности парусников) в соответствии с направлением преобладающих ветров и течениями. Столкновение больших судов при нормальном плавании по маршрутам, как правило, можно отсеять путем принятия административных мер и мер безопасности.

8.12. Следующие важные параметры следует анализировать:

- скорость удара,
- площадь удара,
- масса и остойчивость судна,
- перевозимые вещества,
- возможные вторичные эффекты, как, например, разлив нефти и взрывы.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ (ПОМЕХИ)

8.13. Электромагнитная интерференция может повлиять на работоспособность электронных приборов. Она может быть инициирована как на площадке (распределительная аппаратура высокого напряжения, портативные телефоны, переносные электронные приборы, компьютеры), так и внешними источниками (радиопомехи, телефонная сеть).

8.14. Наличие центральных телефонных установок поблизости от площадки может дать повод для особых приготовлений на стадии проектирования, но, как правило, такие высокочастотные волны не являются критерием для исключения площадок из рассмотрения, поскольку конкретные технические меры по квалификации оборудования могут быть приняты на стадии проектирования, а административные процедуры можно адаптировать для избежания местных помех.

8.15. На стадии оценки площадки следует идентифицировать и количественно описать потенциальные источники интерференции (например, интенсивность, частота). Над этими источниками следует осуществлять постоянный контроль в течение срока службы АС с целью обеспечения надлежащей квалификации стационарных элементов.

9. АДМИНИСТРАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ

9.1. В соответствии с требованиями, действующими в ряде государств-членов МАГАТЭ, компетентный национальный орган власти должен должным образом рассмотреть настоящее и будущее развитие видов деятельности в регионе, которые могут вызвать внешние события техногенного происхождения, с учетом требуемого уровня защиты атомной электростанции.

9.2. Средства эффективного управления развитием деятельности и та степень, до которой это управление нужно осуществлять, все еще находятся в процессе рассмотрения в заинтересованных странах. Но предусматривается, что там, где такие управленческие меры должны использоваться, они могут быть необходимы с момента, когда площадка для строительства АС выбрана.

9.3. Если найдено, что источник внешнего события техногенного происхождения находится в пределах ВРО, или имеет вероятность возникновения события выше, чем УВО, и для случаев, когда непрактично рассматривать это событие в качестве проектного события для АС, можно рассмотреть контролирование расстояния и/или размера источника таким образом, чтобы он был всегда за пределами ВРО, или имел вероятность возникновения события меньше, чем УВО. Это влечет за собой контроль со стороны компетентного органа власти. Эффективность административного управления следует постоянно контролировать в течение срока службы АС и периодически его переоценивать [4, 5, 10].

9.4. Следует спроектировать специализированные системы мониторинга и использовать их на площадке для того, чтобы подтверждать результаты оценки площадки и допущения, сделанные при проектировании, и для того, чтобы предотвратить развитие исходных событий в ядерные аварии. Для этого следует создать эксплуатационные процедуры для

осуществления мониторинга в реальном масштабе времени и действий оператора в случае аварии, вызванной внешним событием техногенного происхождения.

9.5. Проблемы получения одобрения общественности могут сильно повлиять на этап оценки площадки, и им следует уделять должное внимание.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Siting, Safety Series No. 50-C-S (Rev. 1), IAEA, Vienna (1988).^a
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, External Man-Induced Events in Relation to Nuclear Power Plant Design, Safety Series No. 50-SG-D5 (Rev. 1), IAEA, Vienna (1996).^a
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Fire Protection in Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-SG-D2, IAEA, Vienna (1992).^a
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-SG-O12, IAEA, Vienna (1994).^a
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment and Verification for Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.2, IAEA, Vienna (2001).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design Basis Flood for Nuclear Power Plants on Coastal Sites, Safety Series No. 50-SG-S10A, IAEA, Vienna (1983).^a
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design Basis Flood for Nuclear Power Plants on River Sites, Safety Series No. 50-SG-S10B, IAEA, Vienna (1983).^a
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Aspects of Foundations of Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-SG-S8, IAEA, Vienna (1986).^a
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and other Nuclear Installations, Safety Series No. 50-C/SG-Q, IAEA, Vienna (1996).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Earthquakes and Associated Topics in Relation to Nuclear Power Plant Siting, Safety Series No. 50-SG-S1 (Rev. 1), IAEA, Vienna (1991).^a
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Design, Safety Standards Series No. NS-R-1, IAEA, Vienna (2000).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-3.2, IAEA, Vienna (2002).

^a A revision of this publication is in preparation.

ГЛОССАРИЙ

Значение условной вероятности (ЗУВ). Верхняя граница условной вероятности того, что событие конкретного вида приведет к недопустимым радиологическим последствиям. Этот термин используется в процессе детального отбора событий при оценке площадки.

Проектное значение вероятности (ПЗВ). Величина годовой вероятности того, что событие определенного вида приведет к недопустимым радиологическим последствиям. Это соотношение между УВО и ВРО. Этот термин используется в процессе детального отбора событий при оценке площадки.

Исходное событие. Установленное событие, которое ведет к предугаданным нарушениям эксплуатации или к аварийным условиям и подвергает испытанию функции безопасности.

Взаимодействующее событие. Событие или последовательность связанных событий, которые, взаимодействуя с объектом, воздействуют на персонал, находящийся на площадке, или на элементы, важные для безопасности, таким образом, что могут неблагоприятно повлиять на безопасность.

Постулируемые исходные события. Событие, установленное при проектировании как событие, которое может привести к предугаданным нарушениям эксплуатации или к аварийным условиям. Исходными причинами постулируемых исходных событий могут быть вероятные отказы оборудования и ошибки оператора (и те и другие, как внутренние, так и внешние по отношению к объекту) техногенного и природного происхождения.

Величина расстояния отбора (ВРО). Расстояние от объекта, за пределами которого потенциальные источники внешнего события конкретного вида можно проигнорировать для целей отбора.

Уровень вероятности отбора (УВО). Если величина годовой вероятности появления события конкретного вида ниже этого уровня, то таким событием можно пренебречь для целей отбора.

Оценка площадки. Анализ источников внешних событий для площадки, которые могут привести к повышению риска с потенциальными

последствиями для безопасности атомной электростанции, сооруженной на этой площадке.

Размещение. Процесс выбора площадки, пригодной для объекта, включающий надлежащую оценку и определение соответствующих проектных основ.

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Contri, P.	Международное агентство по атомной энергии
Godoy, A.	Управление по ядерному регулированию Аргентины
Gurpinar, A.	Международное агентство по атомной энергии
Riera, J.	Федеральный орган ядерного регулирования Бразилии
Stevenson, J.	Стивенсон и компаньоны, Соединенные Штаты Америки

ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

Комитет по нормам ядерной безопасности

Аргентина: Sajaroff, P.; *Бельгия:* Govaerts, P. (Председатель); *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 Guarado, 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:* Миколайчук, О.; *Соединенное Королевство:* Hall, A.; *Соединенные Штаты Америки:* Murphy, J.; *Европейская Комиссия:* Gómez-Gómez J.A.; *МАГАТЭ:* Hughes, P. (Координатор); *Международная организация по стандартизации:* d'Ardenne, W.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Royen, 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:* Вишневский, Ю.Г.; *Испания:* Martin Marquínez, A.; *Швеция:* Holm, L.-E.; *Швейцария:* Jeschki, W.; *Украина:* Смышляев, О.Я.; *Соединенное Королевство:* Williams, L.G. (Председатель), Rare, R.; *Соединенные Штаты Америки:* Travers, W.D.; *МАГАТЭ:* Karbassioun, A. (Координатор); *Международная комиссия по радиологической защите:* Clarke, R.H.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Shimomura, K.