

# СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Учет  
метеорологических  
явлений при оценке  
площадок для  
атомных  
электростанций

## РУКОВОДСТВА

№ NS-G-3.4



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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

Публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы, выпускаются в **Серии норм МАГАТЭ по безопасности**. Эта серия охватывает вопросы ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозок, безопасности отходов, а также общей безопасности (т.е. все эти области безопасности). Категории публикаций в этой серии – это **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности**.

Нормы безопасности обозначаются в соответствии со сферой их применения: ядерная безопасность (NS), радиационная безопасность (RS), безопасность перевозки (TS), безопасность отходов (WS) и общая безопасность (GS).

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

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

На этом сайте содержатся тексты опубликованных норм безопасности и проектов норм безопасности на английском языке. Тексты норм безопасности выпускаются на арабском, китайском, испанском, русском и французском языках, там также можно найти глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности и отчет о положении дел с нормами безопасности, находящимися в стадии разработки. Для получения дополнительной информации просьба обращаться по адресу: P.O. Box 100, Wagramerstrasse 5, A-1400 Vienna, Austria.

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

## ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

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

Доклады по вопросам безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в другой серии публикаций, в частности, в **Серии докладов по безопасности**. В Докладах по безопасности приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности. К другим сериям публикаций МАГАТЭ по вопросам безопасности относятся **Серия обеспечения применения норм безопасности, Серия докладов по радиологическим оценкам и Серия ИНСАГ** Международной группы по ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

Публикации по вопросам безопасности выпускаются также в **Серии технических докладов - Серия ТЕСДОС МАГАТЭ, Серии учебных курсов и Серии услуг МАГАТЭ**, а также в качестве **Практических руководств по радиационной безопасности и Практических технических руководств по излучениям**. Публикации по вопросам физической безопасности выпускаются в **Серии МАГАТЭ по физической ядерной безопасности**.

УЧЕТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ  
ПРИ ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДОК ДЛЯ АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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

Серия изданий по безопасности, № NS-G-3.4

УЧЕТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ  
ПЛОЩАДОК ДЛЯ АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Руководство по безопасности

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2005 ГОД

## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). С тех пор авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной (на дискетах и компакт-дисках) и виртуальной (веб-сайты и веб-порталы) форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и будут рассматриваться в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять по эл. почте в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) или по почте:

Группа продажи и рекламы, Издательская секция  
Международное агентство по атомной энергии  
Wagramer Strasse 5  
P.O. Box 100  
A-1400 Vienna  
Austria  
fax: +43 1 2600 29302  
tel.: +43 1 2600 22417  
<http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2005

Напечатано МАГАТЭ в Австрии  
Ноябрь 2005

УЧЕТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДОК  
ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
МАГАТЭ, ВЕНА, 2005  
STI/PUB 1148  
ISBN 92-0-414405-X  
ISSN 1020-5845

## ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

В середине 90-х годов было начато осуществление существенного пересмотра программы норм безопасности МАГАТЭ, была введена пересмотренная структура комитета по надзору и принят системный подход к обновлению всего свода норм. В результате этого новые нормы отвечают наивысшим требованиям и воплощают наилучшую практику в государствах-членах. С помощью Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм безопасности.

Однако нормы безопасности эффективны лишь тогда, когда они правильно применяются на практике. Широкий круг услуг МАГАТЭ в области безопасности - от вопросов инженерной безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов до вопросов регулирования и культуры безопасности в организациях - содействует государствам-членам в применении этих норм и оценке их эффективности. Эти услуги в области безопасности позволяют обмениваться ценной информацией, и я по-прежнему призываю все государства-члены пользоваться ими.

Ответственность за регулирование ядерной и радиационной безопасности несут сами страны, и многие государства-члены приняли решение принять нормы безопасности МАГАТЭ в целях их использования в своих национальных регулирующих положениях. Для Договаривающихся сторон различных международных конвенций о безопасности нормы МАГАТЭ являются последовательным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств в соответствии с конвенциями. Эти нормы также применяются проектировщиками, изготовителями оборудования и операторами во всем мире с целью повышения ядерной и радиационной безопасности в областях энергопроизводства, медицины, промышленности, сельского хозяйства, научных исследований и образования.

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





# НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ МЕЖДУНАРОДНЫХ НОРМ

Хотя обеспечение безопасности является национальной ответственностью, международные нормы и подходы к обеспечению безопасности содействуют достижению общей согласованности, помогают обеспечивать уверенность в том, что ядерные и радиационные технологии используются безопасно, а также способствуют международному техническому сотрудничеству и торговле.

Нормы также обеспечивают поддержку государствам в выполнении их международных обязательств. Одно общее международное обязательство - это то, что государство не должно осуществлять деятельность, которая причиняет ущерб в другом государстве. Более конкретные обязательства, возложенные на договаривающиеся государства, изложены в международных конвенциях, касающихся безопасности. Согласованные на международном уровне нормы безопасности МАГАТЭ обеспечивают для государств основу подтверждения того, что они выполняют эти обязательства.

## НОРМЫ МАГАТЭ

Нормы безопасности МАГАТЭ закреплены в Уставе МАГАТЭ, который уполномочивает Агентство устанавливать нормы безопасности для ядерных и радиационных установок и деятельности и обеспечивать применение этих норм.

Нормы безопасности отражают международный консенсус в отношении того, что составляет высокий уровень безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды.

Они выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ, состоящей из трех категорий:

### **Основы безопасности**

—содержащие цели, концепции и принципы обеспечения защиты и безопасности и служащие основой для требований безопасности.

### **Требования безопасности**

—устанавливающие требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее

время и в будущем. Эти требования, для выражения которых применяется формулировка “должен, должна, должно, должны”, определяются целями, концепциями и принципами, изложенными в Основах безопасности. Если они не выполняются, то должны быть приняты меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. В Требованиях безопасности используется язык нормативных документов, что позволяет включать их в национальные законы и регулирующие положения.

### **Руководства по безопасности**

—предоставляющие рекомендации и руководящие материалы по соблюдению Требований безопасности. Рекомендации в Руководствах по безопасности формулируются с применением глагола “следует”. Рекомендуются принимать указанные в них меры или эквивалентные альтернативные меры. В Руководствах по безопасности представлена международная образцовая практика, и во все большей степени они отражают наилучшую практику с целью помочь пользователям, стремящимся достичь высоких уровней безопасности. Каждая публикация по Требованиям безопасности дополняется рядом Руководств по безопасности, которые могут использоваться при разработке национальных регулирующих руководств.

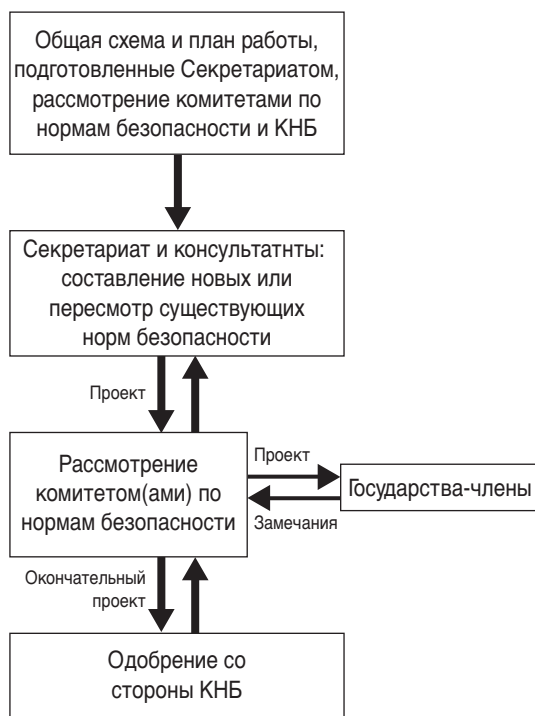
Нормы безопасности МАГАТЭ необходимо дополнять промышленными стандартами, и для достижения их полной эффективности они должны применяться в рамках соответствующих национальных регулирующих инфраструктур. МАГАТЭ выпускает широкий круг технических публикаций для помощи государствам в разработке этих государственных стандартов и в развитии инфраструктур.

### **ОСНОВНЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛИ НОРМ**

Помимо регулирующих органов и правительственных учреждений, органов и организаций, эти нормы используют компетентные органы и эксплуатирующие организации в ядерной отрасли, организации, которые проектируют, изготавливают и применяют ядерное и радиационное технологическое оборудование, в том числе организации, эксплуатирующие установки различных типов, пользователи и другие лица, работающие с излучениями и радиоактивными материалами в сфере медицины, промышленности, сельского хозяйства, научных исследований и образования, а также инженеры, ученые, техники и другие специалисты. Эти нормы используются МАГАТЭ в проводимых им расследованиях безопасности и для разработки образовательных и учебных курсов.

## ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и четыре комитета по нормам безопасности в таких областях, как ядерная безопасность (НУССК), радиационная безопасность (РАССК), безопасность радиоактивных отходов (ВАССК) и безопасная перевозка радиоактивных материалов (ТРАНССК), и Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за всей программой по нормам безопасности. Все государства - члены МАГАТЭ могут назначать экспертов в комитеты по нормам безопасности и представлять замечания по проектам норм. Члены КНБ назначаются Генеральным директором, и в его состав входят старшие правительственные должностные лица, несущие ответственность за установление национальных норм.



*Процесс разработки новых норм безопасности или пересмотр существующих норм.*

Одобренные Комиссией проекты Основ безопасности и Требований безопасности представляются Совету управляющих МАГАТЭ для утверждения их опубликования. Руководства по безопасности публикуются после утверждения Генеральным директором.

Благодаря этому процессу нормы отражают согласованное мнение государств - членов МАГАТЭ. При разработке норм принимаются во внимание выводы Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) и рекомендации международных экспертных органов, в частности, Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Некоторые нормы разрабатываются в сотрудничестве с другими органами системы Организации Объединенных Наций или другими специализированными учреждениями, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединенных Наций, Международную организацию труда, Агентство по ядерной энергии ОЭСР, Панамериканскую организацию здравоохранения и Всемирную организацию здравоохранения.

Нормы безопасности постоянно обновляются: через пять лет после публикации они вновь рассматриваются, с тем чтобы определить необходимость их пересмотра.

## ПРИМЕНЕНИЕ И СФЕРА ДЕЙСТВИЯ НОРМ

Согласно Уставу МАГАТЭ нормы безопасности являются обязательными 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 любой формы помощи Агентства, должно выполнять требования норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением.

Международные конвенции также содержат требования, аналогичные тем, которые имеются в нормах безопасности, и делают их обязательными для договаривающихся сторон. Основы безопасности использовались в качестве основы для разработки Конвенции о ядерной безопасности и Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами. Требования безопасности по готовности и реагированию в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации отражают обязательства, возлагаемые на государства в соответствии с Конвенцией об оперативном оповещении о ядерной аварии и Конвенцией о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации.

Нормы безопасности, включенные в национальное законодательство и регулирующие положения и дополненные международными конвенциями и

детальными национальными требованиями, устанавливают основу для защиты людей и охраны окружающей среды. Однако имеются также особые аспекты безопасности, которые необходимо оценивать по отдельности на национальном уровне. Например, многие нормы безопасности, особенно те из них, которые охватывают аспекты планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, прежде всего предназначаются для применения к новым установкам и видам деятельности. Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, не могут полностью соблюдаться на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Вопрос о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, решают сами государства.

## ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности при установлении международного консенсуса в отношении требований, обязанностей и обязательств. Многие требования не адресованы конкретной стороне, вследствие чего соответствующая сторона или стороны должны отвечать за их выполнение. В рекомендациях используется формулировка “следует”, указывающая на международный консенсус в этом отношении и означающая, что для выполнения требований необходимо принимать рекомендуемые (или эквивалентные альтернативные) меры.

В английском варианте текста относящиеся к безопасности термины должны толковаться в соответствии с их определениями в глоссарии МАГАТЭ по безопасности (<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>); в других случаях слова используются с написанием и приданными им значениями, приведенными в последнем издании Краткого оксфордского словаря английского языка. В отношении Руководств по безопасности английский вариант текста является официальной версией.

История вопроса и контекст каждой нормы в Серии норм безопасности, а также их цель, сфера действия и структура объясняются в разделе 1, Введение, каждой публикации.

Материал, который нецелесообразно помещать в рамках основного текста (т.е. материал, который является вспомогательным или идет отдельно от основного текста, включается в поддержку формулировок основного текста или описывает методы расчетов, процедуры экспериментов или пределы и условия), может быть представлен в добавлениях или приложениях.

Добавление, если оно включено, рассматривается в качестве неотъемлемой части норм. Материал в добавлении имеет такой же статус, как и основной текст, и МАГАТЭ берет на себя авторство в отношении такого

материала. Приложения и сноски к основному тексту, если они включены, используются для предоставления практических примеров или дополнительной информации или пояснений. Приложение не является неотъемлемой частью основного текста. Материал в приложениях, опубликованный МАГАТЭ, не обязательно выпускается в качестве его авторского материала; в приложениях может быть представлен материал, опубликованный в нормах, имеющих другое авторство. Посторонний материал в приложениях по мере необходимости публикуется в виде выдержек и адаптируется, с тем чтобы в целом быть полезным.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	История вопроса (1.1–1.2) .....	1
	Цель (1.3) .....	1
	Сфера применения (1.4–1.9) .....	2
	Структура (1.10) .....	3
2.	ОБЩИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ (2.1–2.6) .....	3
3.	НЕОБХОДИМЫЕ ИНФОРМАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ (БАЗА ДАННЫХ) .....	5
	База данных по экстремальным значениям метеорологических переменных (3.1–3.11) .....	5
	База данных по редким метеорологическим явлениям (3.12–3.14) .....	7
4.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ .....	9
	Общая процедура (4.1–4.4) .....	9
	Экстремальные ветры (4.5–4.11) .....	10
	Осадки (4.12–4.21) .....	12
	Экстремальный снежный покров (4.22–4.28) .....	15
	Экстремальные температуры (4.29–4.35) .....	16
	Уровень морской воды (4.36–4.43) .....	18
5.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОСТИ, СОЗДАВАЕМОЙ РЕДКИМИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ .....	20
	Введение (5.1) .....	20
	Смерчи (5.2–5.11) .....	20
	Тропические циклоны (5.12–5.36) .....	22
	Молния (5.37–5.40) .....	29
	ПРИЛОЖЕНИЕ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН ...	31
	СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	32

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ.....	33
ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ.....	35



# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

1.1. Данное Руководство по безопасности было подготовлено в соответствии с программой МАГАТЭ по нормам безопасности для атомных электростанций. Оно дополняет публикацию МАГАТЭ по требованиям безопасности, касающимся оценки площадок для ядерных установок<sup>1</sup>, которая предназначена для замены свода положений по безопасности атомных электростанций: выбор площадок, Серия изданий по безопасности № 50-C-S (Rev.1), МАГАТЭ, Вена (1990 год).

1.2. Настоящее Руководство по безопасности заменяет два более ранних руководства по безопасности: публикацию Серии изданий по безопасности № 50-SG-S11A (1983 год), касающуюся учета экстремальных метеорологических явлений при выборе площадок для АЭС (без учета тропических циклонов) и публикацию Серии изданий по безопасности № 50-SG-S11B (1986 год), касающуюся учета в проектной основе атомных электростанций тропических циклонов.

## ЦЕЛЬ

1.3. Цель настоящего Руководства по безопасности – дать рекомендации и руководство по проведению оценок опасности при экстремальных и редких метеорологических явлениях. В данном Руководстве по безопасности приводятся толкование публикации по требованиям безопасности, касающимся оценки площадок для ядерных установок, и рекомендации по выполнению этих требований. Оно предназначено для экспертов по оценке безопасности или работников регулирующих органов, участвующих в процессе лицензирования, а также для проектировщиков атомных электростанций и дает им руководство по методам и процедурам анализов, которые проводятся в поддержку оценки опасностей, связанных с экстремальными и редкими метеорологическими явлениями.

---

<sup>1</sup> Site Evaluation for Nuclear Facilities, Safety Standards Series No. NS-R-3, IAEA, Vienna (в процессе подготовки).

## СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.4. В данном Руководстве по безопасности рассматриваются экстремальные значения метеорологических переменных и редкие метеорологические явления, а также частота их возникновения в соответствии со следующими определениями:

- (a) Метеорологическая или климатологическая среда характеризуется экстремальными значениями метеорологических переменных, таких, как температура воздуха и скорость ветра. Эти переменные регулярно измеряются сетью постоянных станций международных, национальных, местных или частных метеорологических служб. Обычно результаты этих измерений нормализуются (например, собранные данные о скорости нормализуют по данной высоте). На основе этих измерений выводят экстремальные значения, связанные с ежегодными вероятностями превышения.
- (b) Редкие метеорологические явления. Это такие явления, которые случаются не часто. Поэтому на какой-либо отдельной станции приборы, используемые для обычных измерений, характеристики таких явлений регистрируют весьма редко. Редкие метеорологические явления, которые очень сложны, обычно определяют в терминах их интенсивности. Эти значения интенсивности могут быть выражены либо с помощью качественной характеристики, такой, как повреждение, либо с помощью количественного физического параметра, такого, как скорость ветра.

1.5. Метеорологические переменные, рассматриваемые в данном Руководстве по безопасности и экстремальные значения которых подлежат оценке, – это переменные, связанные с ветром, осадками, снежным покровом, температурой и уровнем моря.

1.6. Редкие метеорологические явления, которые рассматриваются в данном Руководстве по безопасности, – это смерчи, тропические циклоны и молния. Молния редким явлением не является, однако данные о параметрах, относящиеся к молнии, фиксируются нерегулярно, и поэтому получить какие-либо соответствующие экстремальные значения невозможно. По этой причине в данном Руководстве молния отнесена в категории "редкие явления". Другие метеорологические явления, которые следует учитывать по причине их возможного воздействия на безопасность станции, но которые в прямой форме в данном Руководстве по безопасности не обсуждаются, это метели, пыльные и песчаные бури, засуха, обледенение и град.

1.7. Метеорологические явления, которые следует принимать в расчет для оценки атмосферного рассеяния радиоактивных выбросов обсуждаются в Руководстве МАГАТЭ по безопасности "Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций" [1].

1.8. Одно из важных возможных последствий метеорологических явлений, рассматриваемое в данном Руководстве по безопасности, – это наводнение, которому посвящено другое руководство по безопасности МАГАТЭ [2].

1.9. При проектировании атомных электростанций следует использовать результаты оценки площадок, как это описано в публикации по требованиям безопасности "Безопасность атомных электростанций: проектирование" [3] и связанных с ним руководствах по безопасности. В частности, в смежном руководстве по безопасности МАГАТЭ [4] приводятся руководящие материалы в отношении проекта, защищенного от последствий метеорологических явлений.

## СТРУКТУРА

1.10. Общий подход с точки зрения полноты и деталей необходимой информации, требуемых исследований и обеспечения качества представлен в разделе 2. В разделе 3 содержится информация о работе базы данных как для определяемых экстремальных значений метеорологических переменных, так и для характеризуемых редких метеорологических явлений. Определение опасности на основе экстремальных значений представлено в разделе 4, а определению опасности, создаваемой редкими метеорологическими явлениями, посвящен раздел 5.

## **2. ОБЩИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ**

2.1. Для площадки каждой атомной электростанции следует исследовать экстремальные значения указанных ниже метеорологических переменных и редких метеорологических явлений:

— ветер, осадки, снежный покров, температура и уровень моря;

— смерчи, тропические циклоны и молния.

2.2. Необходимо исследовать метеорологические и климатологические характеристики района вокруг площадки, как описано в данном Руководстве по безопасности. Размеры исследуемого района, виды собираемой информации и масштабы и детали исследований необходимо определять, исходя из характера и сложности метеорологической и географической среды района, в котором расположена площадка. На практике сроки сбора данных ограничены наличием данных.

2.3. Поскольку изменение климата становится все более актуальным, должное внимание следует уделять глобальному потеплению и его возможным последствиям в связи с опасными метеорологическими воздействиями, которые рассматриваются в этом Руководстве по безопасности; необходимо соответствующим образом описать их возможные последствия в течение всего срока эксплуатации атомных электростанций.

2.4. Необходимо обеспечить, чтобы во всех случаях объем и детали собираемой информации и требуемых исследований были достаточными для определения проектных основ для защиты от опасных метеорологических воздействий на площадке или около нее. Для надлежащего объединения последствий различных метеорологических факторов следует также получить информацию о временных распределениях метеорологических переменных<sup>2</sup>.

2.5. Сбор данных следует продолжать в течение всего срока службы атомных электростанций, включая вывод из эксплуатации и безопасное хранение, с тем чтобы позволить провести возможную переоценку защиты от метеорологических опасностей, например в рамках периодических рассмотрений безопасности.

2.6. Следует разработать и внедрить программу обеспечения качества, для того чтобы она охватывала те предметы, службы и процессы, которые влияют на безопасность, на которые распространяется сфера применения данного Руководства по безопасности. Осуществление программы обеспечения качества необходимо для гарантии правильного выполнения сбора данных,

---

<sup>2</sup> Для этой цели желательна характеристика всех метеорологических параметров как случайных процессов с заданными функциями авто- и взаимной корреляции. Однако простые подходы, такие, как спецификация продолжительности устойчивости выше фиксированных уровней интенсивности и средняя скорость пересечения снизу вверх, могут помочь в установлении адекватного критерия комбинации нагрузок.

обработки информации, полевых и лабораторных работ, исследований, оценок и анализов, а также всей другой работы, необходимой для достижения целей данного Руководства по безопасности.

### **3. НЕОБХОДИМЫЕ ИНФОРМАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ (БАЗА ДАННЫХ)**

#### **БАЗА ДАННЫХ ПО ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ**

3.1. Собираемые на повседневной основе данные по метеорологическим переменным представляют собой долгосрочные показатели, которые используются для анализа в целях определения экстремальных значений. Спецификации по необходимым приборам и по их установке приведены в публикациях Всемирной метеорологической организации. Для явлений, которые часто происходят на какой-либо площадке, соответствующие статистические данные следует выводить на основе регистрации данных наблюдения при стандартных условиях.

#### **Источники метеорологических данных, находящиеся вне площадки**

3.2. Для оценки экстремальных метеорологических переменных данные следует собирать по каждой предполагаемой площадке с соответствующими интервалами в течение длительных периодов. Поскольку для большинства предполагаемых площадок данные, зафиксированные на месте, как правило, отсутствуют, следует производить оценку данных, поступающих с метеорологических станций или подстанций в данном районе. Для того чтобы предоставлять более надежные оценки необходимых статистических параметров, следует обрабатывать долгосрочные данные со станций, где условия площадки для рассматриваемой переменной являются наиболее репрезентативными, или же записи различных ближайших метеорологических станций, находящихся в той же климатической зоне. Первый подход может сопровождаться проведением сравнений с подобными данными, полученными по программе сбора краткосрочных метеорологических данных для площадки.

3.3. В целом, начальную дату годового интервала для проведения анализа предпочтительно выбирать таким образом, чтобы рассматриваемая

метеорологическая переменная не находилась в максимуме или в минимуме. Такой годовой цикл называется "метеорологическим годом", и получаемые в результате последовательности данные обозначаются, например, как годовые экстремальные значения скорости и температуры. Этот подход следует применять, в частности, к экстремальным значениям осадков и температуры<sup>3</sup>.

3.4. В целях получения данных, приемлемых для проектирования станции, для данного параметра следует выбрать надлежащий временный масштаб усреднения.

3.5. Для расчета экстремальных статистических показателей следует ежегодно определять и табулировать одно экстремальное значение. Предпочтительно, чтобы долгосрочные данные охватывали как минимум 30-летний период. Если период имеющегося набора данных короче, то, с тем чтобы компенсировать большую неопределенность, размер выборки следует увеличить, используя не одно максимальное значение за год, а все значения выше определенного порога (метод обновления). Из этих данных выводятся экстремальные значения, соответствующие различным ежегодным вероятностям превышения; при этом следует обеспечить соответствующий доверительный интервал.

3.6. Имеются каталоги, которые детализируют специфические метеорологические и климатологические данные, собранные по всему миру. Подобным образом метеорологические службы различных государств обычно публикуют собранные данные. Информация, собранная метеорологическими станциями, находящимися под контролем государства, обычно включает данные о ветре, температуре и осадках. Потенциальным пользователям этих данных следует сознавать тот факт, что измерения, проводимые различными организациями, не обязательно соответствуют одним и тем же процедурам; это обуславливает необходимость тщательной оценки и корректировки данных перед обработкой. Например, при наблюдениях на метеорологических станциях для измерения скорости ветра далеко не всегда используется стандартная 10-метровая высота.

3.7. В отчет о результатах анализов следует включать описание каждой метеорологической станции (тип приборов, калибровку, качество и последовательность записей), ее географическое положение и размещение, а

---

<sup>3</sup> При рассмотрении экстремальной максимальной температуры наиболее уместно определять метеорологический год как начинающийся зимой; и наоборот – при рассмотрении экстремальной минимальной температуры метеорологический год следует начинать летом.

также условия окружающей среды. В этом отчете следует должным образом обосновывать все корректировки данных.

3.8. Для некоторых районов мира имеются мезомасштабные числовые модели, которые могут имитировать воздушный поток в районных и местных масштабах и фокусироваться на заданной области. Если имеются такие апробированные модели, то их следует использовать в метеорологической оценке площадки.

### **Метеорологическая программа на площадке**

3.9. При оценке площадки для определения ее характеристик в плане явления рассеяния в атмосфере, как это рекомендовано в справочном материале [1], на ней необходимо инициировать метеорологическую исследовательскую программу. В эту программу следует включать измерения по вертикали на площадке при помощи приборных мачт и оборудования для измерения ветровых и температурных профилей.

3.10. Даже если имеются косвенные свидетельства того, что долгосрочные измерения, производимые на соседних метеорологических станциях, могут считаться репрезентативными для предполагаемой площадки, для оценки воздействия условий конкретной площадки при определении экстремальных значений метеорологических переменных необходимо использовать данные, полученные за короткий период оценки площадки. Для подтверждения правильности использования данных соседних метеорологических станций следует выполнить сравнительный анализ записей, сделанных на площадке и на этих станциях.

3.11. В период эксплуатации для подтверждения метеорологических параметров, использованных для основ проекта, следует применять долгосрочные записи данных, полученные по метеорологической исследовательской программе на площадке. Эти записи следует использовать также в случае переоценки защиты от опасных метеорологических воздействий.

### **БАЗА ДАННЫХ ПО РЕДКИМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ**

3.12. Маловероятно, что события, характеризующиеся как редкие метеорологические явления, будут зарегистрированы стандартной сетью приборов вследствие низкой вероятности их проявления в любой отдельной точке и разрушительной природы такого явления, которое может повредить

стандартные приборы или сделать записи на них ненадежными. Для редких явлений экстремальную скорость ветра следует определять из концептуальных моделей явлений в сочетании со статистическими данными о частоте случаев и интенсивности события на площадке.

3.13. По редким метеорологическим явлениям следует собирать два типа данных:

- (1) Данные, которые систематически собирались специализированными организациями за последние годы. В эту группу будут включены данные преимущественно о событиях более низкой интенсивности, и они будут более надежными, чем исторические данные.
- (2) Исторические данные, полученные из скрупулезного поиска в информационных источниках, например в газетах, исторических записках и архивах. Из данных этого типа и с использованием качественной системы пересчета для каждого явления для данного района может быть собран набор событий и соответствующих им интенсивностей. Эти данные, вероятно, будут:
  - i) очень редки в ряду событий низкой интенсивности;
  - ii) зависимы от плотности населения во времени;
  - iii) субъективно классифицированы в то время, когда они происходили, что затрудняет в каждом случае определение соответствующего уровня интенсивности.

3.14. В отдельных случаях может иметься исчерпывающий набор данных и информации, полученных вскоре после того, как событие произошло. Он может включать измеренные значения переменных, свидетельства очевидцев, фотографии, описания разрушений и другую качественную информацию, которая появилась вскоре после события. Такие детальные исследования реальных редких событий помогают в создании модели их протекания и совместно с известной климатологией конкретного района могут внести вклад в определение для него события, учитываемого в основах проекта. Часто фактический участок, оказывающийся под воздействием редкого метеорологического явления, сравнительно мал, что весьма сильно затрудняет практическое накопление соответствующих и адекватных данных.



## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

### ОБЩАЯ ПРОЦЕДУРА

4.1. Общая процедура для определения опасности, создаваемой какой-либо экстремальной метеорологической переменной, включает следующие шаги:

- (a) изучение репрезентативных последовательностей данных, имеющих в районе, для анализа и оценки их качества (полноты и достоверности);
- (b) выбор наиболее подходящего статистического распределения для набора данных;
- (c) обработку данных, с тем чтобы оценить моменты функции распределения рассматриваемой переменной (ожидаемое значение, стандартное отклонение и, в случае необходимости, другие параметры), из которых могут быть выведены значения интервала средней повторяемости (ИСП) и соответствующие доверительные пределы.

4.2. Экстремальные годовые значения метеорологических переменных являются случайными переменными, которые могут быть охарактеризованы специфическими распределениями вероятностей<sup>4</sup>. В принципе, этот набор данных следует проанализировать с использованием функций распределения вероятностей, подходящих для изучаемых наборов данных. Среди них широко используются асимптотические распределения экстремальных значений, описанные в приложении: Фишера-Типпета I типа (Гумбеля), II (Фреше) и III типа (Вейбулла). Это подразумевает, что необходимо иметь информацию, достаточную для определения распределения, наиболее подходящего к соответствующим данным. Распределения Фишера-Типпета могут быть использованы в графической форме, которая выражается прямой линией при

---

<sup>4</sup> Переменные, полученные из непрерывных случайных процессов, таких как температура или скорость ветра на площадке, следует изучить для определения, являются ли они стационарными или представляют собой тренды, либо ведут себя как переходные процессы. В последнем случае, который обычно принимается при обращении с метеорологическими переменными, могут существовать выявляемые циклы, такие, как суточные или годовые циклы температуры или скорости ветра. Максимум в таком цикле образует новую случайную переменную, определяя “экстремальное значение” соответствующей переменной (экстремальная суточная температура, экстремальная годовая скорость ветра).

построении на специальном шаблоне. Кривизна в самом конце может указывать на то, что в наборе данных представлены данные от двух популяций событий.

4.3. При обработке данных необходимо учитывать возможную нестационарность рассматриваемого стохастического процесса, которая может отражать климатические изменения у других явлений. Необходимо, чтобы данные для проектных целей содержали описание этой возможной нестационарности с ее доверительным интервалом.

4.4. Следует соблюдать осторожность при попытке подогнать распределение экстремальных значений к набору данных, используя записи только за небольшое число лет. Если экстраполяции выполнены статистическими методами за слишком большие периоды, то должное внимание следует уделить физическим пределам рассматриваемых переменных. Следует также проявлять осторожность при экстраполяции на интервалы времени, превышающие продолжительность доступных записей (например, для периодов "восстановления", в четыре раза превышающих продолжительность выборки). В документации следует отразить используемый метод экстраполяции.

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВЕТРЫ

### **Источники и сбор данных**

4.5. В разных странах методики измерения максимальной скорости ветра различны. Основной тенденцией является регистрация средних значений для заданного постоянного промежутка времени, например максимальные порывы ветра в течение 3 секунд, 60 секунд или 10 минут (усреднение времени является одной из характеристик базы данных). Обработку данных для оценки статистической информации об экстремальных ветрах следует выполнять наилучшими доступными методами; в частности, набор данных следует нормализовать по стандартным усредненным промежуткам времени, стандартным высотам и неровности поверхности почвы и скорректировать с учетом местных топографических факторов.

4.6. Не все данные о ветре собираются на одной и той же высоте над землей. Высота может изменяться от станции к станции; даже для одной станции данные могут быть собраны на различных высотах в различные периоды. В этих случаях данные следует нормализовать по стандартной высоте (обычно 10 метров над уровнем земли), используя профили с поправочным

коэффициентом, соответствующим местной шероховатости. Однако для высоких сооружений более подходящими могут быть данные о ветрах на больших высотах.

4.7. Если части набора данных по ветру были получены с различными усредненными промежутками времени, то данные следует нормализовать по постоянной усредненной продолжительности времени. Когда это уместно, следует использовать значения скорости ветра, которые ассоциируются с продолжительностью времени, определенной как критическая для проекта.

4.8. Сильные ветры могут быть вызваны различными метеорологическими явлениями, такими, как обширные барические системы (ОБС), некоторые образования кучево-дождевого облака (грозы или нисходящие порывы ветра), фен, потоки, вызванные силой тяжести, и другие местные явления. Экстремальные годовые скорости ветра, вызываемые каждым из этих явлений, являются случайными переменными, которые следует анализировать раздельно. В зависимости от источников и национальных традиций, ОБС могут обозначаться также как внетропические бури, внетропические области низкого давления или внетропические циклоны.

### **Статистический анализ**

4.9. Исследования показывают, что в большинстве мест экстремальные скорости ветра, вызванные одним метеорологическим явлением, например ОБС, ветры, лучше всего описываются законом I типа. В отношении смешанных последовательностей данных о ветрах, т.е. последовательностей, не классифицируемых по типу бури, явно предпочтительное распределение отсутствует. Наиболее подходящее распределение следует по возможности выбирать на случайной основе. Если имеется информация, которая предполагает возможность возникновения какого-либо метеорологического явления, такого, как тропическая или внетропическая (ОБС) буря, то для каждого из этих явлений следует оценить соответствующее событие, учитываемое в основе проекта.

4.10. Вышеупомянутые исследования ведутся применительно к значению скорости ветра, при этом его направление игнорируется. Статистическую характеристику экстремальных скоростей ветра, учитывающую его направление, следует получать путем группирования данных по секторам, например по октантам.

## Данные для целей проектирования

4.11. Экспериментальную скорость ветра следует характеризовать вероятностью превышения в опорные промежутки времени; необходимо, чтобы эти вероятности и опорные промежутки времени соответствовали цели проекта станции. В качестве индикатора ветровой опасности следует определять ожидаемую экстремальную скорость ветра и ее доверительный интервал для всего срока службы станции.

## ОСАДКИ

### Источники и сбор данных

4.12. Данные, регулярно собираемые и используемые для анализа экстремальных осадков, обычно включают максимальную суточную высоту слоя осадков. Записи, основанные на более коротких усредненных промежутках времени, содержат больше информации, и при определенных обстоятельствах предпочтение следует отдавать им<sup>5</sup>. При анализе предпочтительно использовать данные с тех станций, которые оборудованы дождемером непрерывной записи, например дождемером с опрокидывающимся ведром или весовым плувиографом. Однако если сеть непрерывно регистрирующих станций является слишком редкой, то следует рассмотреть вопрос об использовании данных от сети станций, которые не записывают данные в непрерывном режиме.

4.13. Когда в отчете представляются результаты анализа выпадения экстремального количества осадков, в него следует включать описание метеоро-логических станций и географического положения. Любую корректировку данных следует представлять вместе с результатами анализов.

4.14. С тем чтобы установить, является ли площадка климатологически аналогичной тем, на которых расположены близлежащие метеорологические станции, следует проводить районную оценку режима выпадения осадков. Такая оценка делается для того, чтобы выбрать станции, наиболее подходящие

---

<sup>5</sup> Следует отметить, что при коротких усредненных периодах иногда могут наблюдаться интенсивные осадки из определенных систем облаков, которые будут сглажены, если будет использован 24-часовой усредненный период. Это может иметь место особенно в районах, где бывают экстремальные дождевые осадки, обусловленные орографическими условиями.

для обеспечения анализа долгосрочными последовательностями данных. В процессе отбора необходимо учитывать, в том числе, микрометеорологические характеристики, мезомасштабные системы и топографические воздействия. Внимание необходимо уделять также любым дополнительным данным, собираемым по программе измерений на площадке.

4.15. В случаях когда в окрестностях площадки отсутствует сеть непрерывной регистрации, но имеются данные о суммарном количестве осадков за определенные промежутки времени для станций, климатологически не отличающихся от площадки, могут использоваться принципы тождественности. В рамках этого метода применяется общее статистическое соотношение для оценки максимального события, которое произойдет в течение определенного промежутка времени, например за 24 часа, на основе уже известных последовательных измерений, выполненных в течение других усредненных промежутков времени, например 3, 6 или 12 часов.

### **Статистический анализ**

4.16. В целом, анализы максимального количества осадков за более длительные промежутки времени (порядка 24 часа или более) дают результаты с хорошим совпадением данных с распределением I типа (Гумбеля). Однако анализы максимального количества осадков за более короткие промежутки времени дают результаты с хорошим совпадением данных с распределением II типа (Фреше). (Это подтверждено последними подходами, основанными на теории фракций). Промежуток времени, который соответствует переходу от одного типа распределения к другому в зависимости от места, может меняться как функция климатологии. Для построения кривых зависимости интенсивности осадков от продолжительности следует провести многократные анализы для различных промежутков времени.

4.17. Для небольших усредненных периодов в данных регистрации иногда можно наблюдать случаи очень интенсивного выпадения осадков (возможные выбросы), особенно в районах, в которых вследствие орографических условий выпадают экстремальные дождевые осадки. Такие эффекты следует учитывать при расчете соответствующих статистических данных. В операциях с выбросами в наборе данных следует проявлять осторожность. Эти точки представляют собой экстремумы событий в наборе данных и могут быть значительно больше других величин в нем. В некоторых случаях следует отказаться от статистического подхода и рассматривать лишь оцененный верхний предел количества осадков, основанный на анализе физических явлений.

4.18. Для промежутка порядка 12-48 часов, с тем чтобы определить, какое распределение (Гумбеля или Фреше) более соответствует данным, необходима оценка. Руководящих принципов имеется немного, но аспекты, которые следует учитывать, включают:

- (a) диапазон значений опорных точек в имеющихся данных;
- (b) природу системы, вызывающей максимум в наборе данных;
- (c) возможное использование смешанного распределения, когда выпадение осадков может быть вызвано более чем одним метеорологическим явлением.

### **Данные для целей проектирования**

4.19. Для будущей оценки осадков, учитываемых в основе проекта, в качестве переменной следует рассматривать количество осадков, выпавших в течение разных промежутков времени. Этот подраздел связан в общем с осадками в жидкой фазе или с жидким эквивалентом твердых осадков и не делает различий между твердыми и жидкими фазами.

4.20. Как и в случае с другими метеорологическими переменными, которые могут быть измерены в течение достаточно длительных периодов, опасность выпадения осадков может быть оценена путем стандартного статистического анализа записей наблюдений. Их следует характеризовать по их вероятности превышения в опорные промежутки времени; важно, чтобы эти вероятности и опорные промежутки времени соответствовали цели проектирования станции. В качестве индикатора опасности выпадения осадков следует определить предполагаемую экстремальную величину за 24 часа и ее доверительный интервал для срока службы станции. Кроме того, для оценки местного воздействия на станцию или окружающую местность, следует использовать более короткие усредненные периоды<sup>6</sup>.

4.21. Процедуры для оценки опасности выпадения осадков зависят от многих факторов, таких, как: метеорологические характеристики, вызывающие сильные дожди на любой отдельной площадке; количество, тип и качество метеорологических данных; топографические особенности и возможное влияние метеорологических и топографических факторов на

---

<sup>6</sup> В некоторых государствах используются детерминистические подходы к определению максимальной толщины слоя осадков, возможной на водосборном бассейне. Все эти методы представляют большие неопределенности, и при использовании полученных оценок следует проявлять осторожность.

продолжительность дождевых осадков и на выбор критического водосборного бассейна. Так как включенные факторы являются практически уникальными для каждой рассматриваемой площадки, какую-либо единую, детальную, пошаговую общую процедуру предложить невозможно. Метеорологам, знакомым с климатологией экстремальных ливней, следует проводить соответствующие изучения, используя наилучшие доступные методы.

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

4.22. Нагрузка снежного покрова на сооружения будет зависеть от двух величин: толщины и плотности снежного покрова. Эти два параметра могут быть удобно объединены, выражая толщину снежного покрова через высоту водного эквивалента.

### **Источники и сбор данных**

4.23. Если в районе выпадает такое количество снега, что его нагрузка может иметь значение при проектировании сооружений, то следует провести районную оценку распределения снегопада. Для выполнения этой задачи могут быть полезны фотографии со спутников, полученные после буранов в зоне площадки. Для подобной оценки следует рассматривать такие переменные, как зимние осадки, снегопады и снежный покров. Набор данных следует выбирать таким образом, чтобы он представлял период времени продолжительностью 1 год (от лета до лета), с тем чтобы охватить все ежегодные максимальные события.

4.24. В районах с холодным климатом, где снежный покров может сохраняться долгое время, следует проявлять осторожность при оценке высоты снежного покрова, закладываемого в основу проекта, так как степень его уплотнения будет отличаться от места к месту. Необходимо, чтобы выбранная метеорологическая станция имела топографическое положение, аналогичное предполагаемой площадке (так, например, данные с метеорологической станции на южном склоне не следует использовать при рассмотрении вопроса о сооружении атомной электростанции на северном склоне).

4.25. В горных районах, где плотность метеорологической сети такова, что значения, измеренные на станции, могут значительно отличаться от значений на площадке, следует выполнять оценку применительно к конкретной площадке. Площадки необходимо оценивать на индивидуальной основе с учетом всех местных факторов (таких, как находящиеся по соседству

сооружения и топография), которые, возможно, будут оказывать влияние на снеговую нагрузку.

### **Статистический анализ**

4.26. Для оценки высоты снежного покрова, закладываемой в основу проекта, могут быть использованы распределения Гумбеля или Фреше или нормальное логарифмическое распределение. Чтобы учесть бесснежные годы следует выполнить анализ путем оценки частоты снежных лет за период регистрации.

### **Данные для целей проектирования**

4.27. В районах, где снег может представлять значительный фактор нагрузки, учитываемой при проектировании сооружений станции, следует определять высоту снежного покрова, закладываемую в основу проекта. Следует учитывать такую переменную, как суммарное количество снега, выражаемое водным эквивалентом. Снежный покров необходимо характеризовать его вероятностью превышения в опорные промежутки времени. Эти вероятности и опорные промежутки времени следует выбирать таким образом, чтобы они соответствовали целям проекта станции. В качестве индикатора опасности снежного покрова следует определять ожидаемое экстремальное значение и его доверительный интервал на весь срок службы станции.

4.28. При рассмотрении высоты снежного покрова, закладываемой в основу проекта, следует учитывать другой фактор – дополнительный вес дождевых осадков, которые могут содержаться в снежном покрове; поэтому к весу водного эквивалента снежного покрова следует добавлять вес дождевых осадков, имеющих малую вероятность превышения<sup>7</sup>.

## **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ**

### **Источники и сбор данных**

4.29. На некоторых станциях с записывающей аппаратурой температура регистрируется непрерывно, а на других станциях – через короткие

---

<sup>7</sup> В одном государстве к снежному покрову прибавляются 48-часовые максимально возможные зимние осадки.



промежутки времени. Во второстепенных местах регистрируются, по крайней мере, максимальные и минимальные суточные температуры.

4.30. В отчет по анализу необходимо включать описания всех метеорологических станций, с которых поступают данные, и их географическое положение.

4.31. На площадке необходимо выполнять программу измерений, которая позволяет получать данные для сравнения с данными, поступающими с существующих в районе метеорологических станций. С помощью такого сравнения возможно определить станции, метеорологические условия на которых сходны с теми, которые существуют на площадке, и для которых имеются долгосрочные записи. Это сходство необходимо подтверждать при помощи программы измерений на площадке.

4.32. Максимальные и минимальные суточные температуры (экстремальные значения мгновенной температуры за сутки) представляют собой набор данных, из которых обычно отбираются экстремальные годовые значения для целей прогноза. Эти значения формируют подгруппы, которые обычно анализируются для того, чтобы получить статистические данные экстремальных величин. Следует заметить, что улучшенные приближения (методы восстановления) основаны на расширенных подгруппах, которые в дополнение к годовым максимумам сохраняют последовательно расположенные значения (второе и третье максимальные значения при условии, что они не коррелируют между собой). Необходимо обеспечить наличие таких расширенных подгрупп. Кроме того, для целей проектирования станции могут понадобиться оценки продолжительности времени, в течение которого температура сохраняется выше или ниже заданных значений (инерционность), и это соответствующим образом следует принимать во внимание при сборе данных.

4.33. Как и при анализе других метеорологических явлений, начало метеорологического года следует выбирать таким образом, чтобы оно не совпадало со временем года, когда температура достигает экстремального значения. Это позволит избежать произвольного распределения данных, полученных за единичный сезон, на другие годы.

### **Статистический анализ**

4.34. Экстремальные температуры обычно следуют распределению Гумбеля. Записи температуры следует должным образом обрабатывать, с тем чтобы

получить статистическую характеристику устойчивости температуры выше или ниже указанных уровней.

### **Данные для целей проектирования**

4.35. В проекте следует учитывать влияние экстремальных температур, и с помощью статистического анализа необходимо получать данные в форме, пригодной для таких целей, по аналогии с тем, что следует делать в связи с другими переменными. Один из факторов, которые следует учитывать, это устойчивость очень высоких или очень низких температур.

### **УРОВЕНЬ МОРСКОЙ ВОДЫ**

4.36. На уровень морской воды вблизи площадки станции, расположенной на побережье, влияют:

- изменения среднего уровня моря, вызываемые климатическими изменениями (или другими явлениями);
- астрономические приливы и отливы;
- штормовые волны, идущие из открытого моря, потенциально усиливаемые местными сильными ветрами;
- ветровые волны;
- искусственные сооружения, такие, как волноломы и пирсы.

Если станция расположена в устье реки, то еще одним действующим фактором является сток реки.

### **Источники и сбор данных**

4.37. Обычно уровень моря ежечасно регистрируется уровнемерами в гаванях. В некоторых государствах такие данные регистрируются в течение ста и более лет (измерения находятся в ведении гидрографических служб, которые часто подчинены военно-морским ведомствам). Такие данные следует собирать тщательно, учитывая тот факт, что на исторические данные могут воздействовать естественные или искусственные изменения в прибрежной области.

4.38. Что касается штормовых волн, то репрезентативность собираемых данных для площадки следует оценивать с использованием модели, подтвержденной для данного района.

4.39. Данные о высоте ветровых волн собираются метеорологическими службами. Параметром, используемым для описания этих волн, является одна треть высоты наиболее высоких волн. В документации следует четко отразить стандартизацию этих данных.

4.40. При отсутствии надежных статистических данных по штормовым и ветровым волнам нельзя полагаться на информацию с другой площадки, так как сходство площадок очень трудно установить без тщательного исследования. Выходные данные метеорологических моделей (подходящих для описания этих явлений) следует рассматривать как альтернативный источник статистических данных. Эти модели необходимо подтверждать для соответствующего района в сравнении с собранными данными по явлениям, которые находятся в тесной физической связи со штормовыми волнами, такими, как ветер или давление. Следует тщательно исследовать и подтверждать возможные сходства с другими площадками.

### **Статистический анализ**

4.41. В целом, для оценки экстремальных значений выполняется анализ экстремальных штормовых и ветровых волн с использованием классических методов, таких, как распределение Гумбеля. Метод восстановления следует использовать для учета исторических событий.

### **Данные для целей проектирования**

4.42. Ожидаемый средний уровень морской воды в течение всего срока службы станции следует соответствующим образом документировать, отражая также его доверительный интервал.

4.43. Экстремальную штормовую волну и экстремальную высоту ветровых волн следует характеризовать вероятностями их превышения в опорные промежутки времени; эти вероятности и опорные промежутки времени, очевидно, отвечают целям проекта станции. Как индикатор опасности ожидаемую экстремальную штормовую волну и ожидаемую высоту ветровых волн следует определять для всего срока службы станции вместе с их доверительными интервалами.

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОСТИ, СОЗДАВАЕМОЙ РЕДКИМИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

### ВВЕДЕНИЕ

5.1. В этом разделе приводится описание методов определения опасности, создаваемой редкими метеорологическими явлениями, такими, как смерчи или водяные смерчи, тропические циклоны и другие явления. При определенных обстоятельствах эти события могут вызывать также наводнения. Вкратце, предлагаемая методика состоит в следующем:

- (a) Оценивается потенциал каждого явления для данного района. Если потенциал имеется, то оценивается климатология района, а также определяются интенсивность и частота возникновения рассматриваемых явлений.
- (b) Устанавливаются соответствующие физические параметры, связанные с различной интенсивностью явлений.
- (c) Определяется вероятность каждого явления на конкретной площадке как функция уровня интенсивности соответствующего явления или создается подходящая модель этого явления для данного района.
- (d) Оценивается явление, закладываемое в основу проекта, соответствующее указанной вероятности превышения значения.

### СМЕРЧИ

5.2. В целом, смерчи описываются как интенсивно вращающиеся столбы воздуха, обычно ассоциирующиеся с бурей. Водяные смерчи подобны смерчам на суше, но они образуются над большими водными пространствами, в условиях более однородной поверхности. Если смерчи или водяные смерчи ударяют о здания или сооружения станции, то повреждения могут вызываться:

- (a) ударным эффектом очень сильного ветра,
- (b) резким падением давления, которым сопровождается прохождение центра смерча,
- (c) воздействием захваченных смерчем летящих предметов на сооружения и оборудование станции.

Более того, смерчи могут вызвать наводнения и, следовательно, могут быть причиной дополнительного косвенного ущерба.

## **Сбор данных**

5.3. Смерчи, которым присваиваются соответствующие местные названия, регистрируются по всему миру. С тем чтобы определить возможность возникновения смерча в данном районе, информацию следует собирать за как можно более длительный период.

5.4. Если возможность возникновения смерча в районе подтверждена, то следует провести более детальное исследование для получения соответствующих данных для оценки смерча, учитываемого в основе проекта.

5.5. Следует выбрать схему классификации интенсивности, подобную разработанной Фудзитой-Пирсоном. Эта система представляет собой комбинацию F-шкалы Фудзиты для скорости ветра, шкалы Пирсона для длины пути и шкалы Пирсона для ширины пути. Классификация каждого смерча основана на типе и степени повреждения. Описания и фотографии районов повреждения служат дополнительным руководством для классификации смерчей.

## **Компиляция кадастра смерчей**

5.6. Следует собирать отчеты о смерчах, происходивших в районе, и классифицировать их. На этой основе следует составлять районные кадастры смерчей в виде "каталога смерчей". Для этой цели следует рассматривать район площадью около 100 000 км<sup>2</sup>, центром которого является площадка.

5.7. В классификацию каждого смерча следует включать интенсивность (по F-шкале), длину, ширину и направление пути. Информация обычно имеется только о той части события, когда смерч был в контакте с землей. Весьма трудно принимать в расчет те смерчи, которые совсем не вступают в контакт с землей, или определять эффективное повреждение, вызываемое поднятой над землей частью смерча, которая касается земли периодически. Это может привести к недооценке вероятности взаимодействия смерча с высокими сооружениями.

5.8. Может быть затруднено правильное толкование сведений о смерче, собранных у населения. Если описание смерча расплывчато, то класс интенсивности по F-шкале следует определять консервативно. Для описываемой в

данном разделе оценки смерча, закладываемого в основу проекта, весьма важны площадь его пути (ширина и длина пути), а также интенсивность (по F-шкале).

5.9. Для оценки смерча, закладываемого в основу проекта, следует выбрать район, который климатологически однороден и который обладает единообразными характеристиками в плане смерчей. Этот район может быть разделен на подрайоны, и для каждого подрайона следует оценить частоту повторяемости смерчей и провести ее сравнение для оценки однородности данной зоны и консерватизма выбора частоты для данного района.

### **Данные для целей проектирования**

5.10. Вероятность того, что определенная площадка в течение года испытает на себе воздействие ветра, вызываемого смерчем со скоростью выше указанного значения, следует определять на основе изучения кадастра смерчей. Смерчи классифицируются по их физическим характеристикам, таким, как максимальная скорость (интенсивность) ветра и район повреждений (длина и ширина пути).

5.11. После определения смерча, закладываемого в основу проекта, который классифицируется по скорости ветра, следует выбрать его модель с целью оценки наилучшим доступным методом других параметров, таких, как тангенциальная скорость, максимальная вихревая скорость ветра, радиус максимальной скорости ветра и падение давления. Следует также указывать летящие предметы, переносимые смерчем.

### **ТРОПИЧЕСКИЕ ЦИКЛОНЫ**

5.12. Подход, которого следует придерживаться при проектировании защиты от тропических циклонов, основывается на определении тропического циклона вероятной максимальной интенсивности (ТЦВМИ), которое содержится в настоящем Руководстве по безопасности<sup>8</sup>. Приводятся общие методы оценки соответствующих параметров ТЦВМИ. Эти методы зависят от результатов теоретических исследований структуры тропического циклона и сопряжены с использованием большого количества данных.

---

<sup>8</sup> Необходимо иметь в виду, что, несмотря на эту принятую терминологию, данное событие не характеризуется чисто вероятностными методами.

5.13. Особого учета требуют распределение сильных дождей в тропических циклонах и их оценка, а также последствия тропических циклонов в виде наводнений. Общие критерии, конкретно не связанные с тропическими циклонами, представлены в Руководстве по безопасности, посвященном опасности, создаваемой наводнениями [2].

### **Описание явления**

5.14. Тропический циклон состоит из вращающейся массы теплого влажного воздуха диаметром от одного до нескольких сотен километров. Атмосферное давление около центра ниже и в хорошо развившемся мощном тропическом циклоне может быть менее 90 кПа. В северном полушарии ветры циклона вращаются по спирали внутрь, к центру, против часовой стрелки, в то время как в южном полушарии циклоны вращаются по часовой стрелке. Хорошо развившиеся тропические циклоны имеют обширные области плотной облачности, достигающей больших высот, и с ними сопряжены полосы проливного дождя и сильные ветры. Наиболее сильные ветры (скорость которых может достигать 100 м/сек) дуют в узкой полосе вокруг глаза тропического циклона<sup>9</sup>. Глаз представляет собой область слабых ветров и малооблачного неба обычно круглой или эллиптической формы и имеет диаметр от нескольких до более 150 километров. Скорость ветра резко возрастает около наружных краев глаза, называемых стенкой глаза, а затем с увеличением расстояния от стенки постепенно снижается.

5.15. Хотя ветры в тропическом циклоне часто превышают 50 м/сек, поступательное движение циклона гораздо медленнее. Например, в северо-западной части Тихого океана циклоны, как правило, движутся на запад или северо-запад со скоростью около 4-5 м/сек, но довольно часто наблюдаются и другие направления и скорости до 15 м/сек и выше.

5.16. Физические процессы и преобразования энергии, происходящие в тропических циклонах, чрезвычайно сложны и не до конца еще изучены. В сущности, тропический циклон – это огромный тепловой двигатель, источником энергии которого является теплое море, снабжающее его водяным паром, из которого при конденсации и образовании дождевых осадков выделяется скрытая теплота.

---

<sup>9</sup> Тропическая буря подобна тропическому циклону, но более низкой интенсивности. При тропической буре максимальная скорость ветра не превышает 33 метров в секунду.

5.17. Тропические циклоны – это штормы с теплым ядром. Так как теплый воздух в ядре легче, чем вокруг, то давление на поверхности там ниже, и такие различия в давлении на поверхности создают знакомую картину круговых изобар. Воздух, начав двигаться по направлению к центру низкого давления, отклоняется по причине вращения земли и закручивается по спирали внутрь. Нужно отметить, что тропические циклоны около экватора (от 5° северной широты до 5° южной широты) не формируются.

5.18. Общеизвестно, что для формирования и существования тропического циклона необходимы три условия:

- (1) Море должно быть теплым, с температурой поверхности свыше 27°C.
- (2) Влажный воздух на нижних уровнях на большой территории должен сходиться внутрь.
- (3) Для того, чтобы могла поддерживаться циркуляция, поток воздуха на очень высоких уровнях должен быть направлен наружу.

5.19. Тропическим циклонам в зависимости от их мощности и районов, в которых они возникают, присваиваются различные названия. То, что в Атлантике называется ураганом, в сущности является тем же явлением, что в Бенгальском заливе, Аравийском море и юго-западной части Индийского океана называют мощным циклоном или в северо-западной части Тихого океана – тайфуном.

5.20. Хотя тропические циклоны формируются гораздо реже, чем мощные ОБС, их воздействие достаточно важно для большинства соответствующих государств, чтобы проводить постоянную переоценку их угрозы для прибрежных зон. Главный ущерб от этих штормов причиняется наводнениями, вызываемыми приливными волнами, которые сопровождают эти атмосферные возмущения, и обычно его зона находится на некотором расстоянии от центра циклона. На открытых береговых линиях разрушение обычно начинается с вызывающих эрозию разлива и ударов мощного прибоя, воздействие которого при сильном приливе может распространяться вглубь суши, оказывая разрушающее воздействие на фундаменты станции и вызывая структурные повреждения нижних этажей зданий.

5.21. Тропические циклоны, как правило, наиболее часто возникают в западной части Тихого океана. Они формируются также в северной части Индийского океана (Бенгальский залив и Аравийское море), в южной части Индийского океана, на юге Тихого океана, в западной Атлантике и у северо-западного побережья Австралии. Тропические циклоны также часты в восточной части



Тихого океана, но они проходят в основном над океаном. Частота повторяемости циклонов сильно модулируется южными колебаниями: в годы Эль Ниньо их больше в Тихом океане и меньше в Атлантическом. Это явление связано с возникновением каждые несколько лет необычно теплых условий в океане вдоль тропического западного побережья Южной Америки, которые влияют на местную погоду и создают обширные зоны аномалий в экваториальной части Тихого океана, Азии и Северной Америке. Юго-Восточная Атлантика и центральная часть Тихого океана влиянию этих возмущений не подвержены. Сообщается, что прибрежные районы Бразилии подвергаются тропическим циклонам приблизительно один раз в сто лет. Имеются признаки постоянного повышения температуры поверхности воды в океанах, которые теоретически могут вызвать повышение как частоты, так и интенсивности тропических циклонов по всему миру.

### **Сбор информации**

5.22. С учетом всех имеющихся данных можно сказать, что о характеристиках движения тропических циклонов и их воздействии на сушу и на море известно очень много, однако метеорологические измерения на поверхности и в верхних слоях воздушной массы в тропических циклонах все еще недостаточны ни в плане территориального охвата, ни в плане периода регистрации.

5.23. Как известно, изучению тропических циклонов в целом препятствует нехватка данных. На ранних этапах усилия по созданию международной сети наблюдений были медленными, а станции на островах в океанах были немногочисленны и расположены далеко друг от друга. Тропические циклоны формируются и существуют в основном над океанами, и особенно трудной задачей является получение достаточного количества данных, чтобы иметь возможность провести детальный анализ их тепловых и динамических характеристик. Когда тропический циклон движется над сушей, обычно он находится в стадии ослабления, и сведения даже с относительно густой наземной сети наблюдений могут неверно отражать характеристики усиливающегося или стабильно интенсивного тропического циклона.

5.24. В последние годы для многих национальных метеорологических служб стали доступными снимки высокого разрешения, получаемые с орбитальных и геостационарных метеорологических спутников. Такие снимки дают ценную информацию для обнаружения и отслеживания тропических возмущений, оценки их интенсивности и происхождения ветрового поля на уровне облаков. Тем не менее число параметров для тропических циклонов, которые могут быть точно измерены, до сих пор довольно мало, для того чтобы сделать возможным

получение достоверных описаний участвующих базовых физических процессов.

5.25. Важная информация о тропических циклонах содержится в отчетах воздушной рекогносцировки. Данные этих отчетов широко используются - в сочетании с обычными синоптическими данными и данными автоматической регистрации, – с тем чтобы пролить свет на трехмерную структуру зоны ядра тропических циклонов. У берегов Японии, Китая (Тайвань) и Филиппин проводятся наблюдения методом воздушной рекогносцировки за сильными тропическими циклонами, и проводится детальный анализ всех экстремальных штормов вдоль побережья Мексиканского залива и восточного побережья Соединенных Штатов Америки.

5.26. В отношении тропических циклонов следует собирать следующие данные о параметрах шторма:

- минимальное давление в центре;
- максимальная скорость ветра;
- горизонтальный профиль поверхностного ветра;
- форма и размер глаза;
- вертикальные профили температуры и влажности внутри глаза;
- характеристики тропопаузы над глазом;
- положение тропического циклона в определенные, предпочтительно шестичасовые, интервалы;
- температура поверхности моря.

5.27. Значения некоторых из этих параметров обычно имеются в опубликованных отчетах и в базах данных, сводках или документах национальных или международных метеорологических служб или исследовательских институтов. Однако некоторые данные по конкретным районам могут отсутствовать, и следует обращаться к другим источникам, таким, как радиолокационные наблюдения, космические снимки, специальные отчеты рекогносцировки, предметные исследования и сообщения печати.

5.28. Для определения "экстремальных" значений некоторых переменных следует установить зарегистрированные наивысшие и наименьшие значения. С тех пор как синоптические наблюдения стали проводиться в дискретные интервалы времени, стало возможным некоторые из этих значений определять путем использования данных автоматической регистрации, поступающих с пунктов наблюдения, расположенных на суше, или с судов, находящихся в море. Если данных автоматической регистрации недостаточно, то данные по

некоторым параметрам, таким, как максимальная скорость ветра или периферийное давление тропического циклона, следует оценивать по синоптическим картам.

5.29. С целью применения определенных методов в период действия циклона следует получить общую картину нормальных или ненарушенных условий, преобладающих в данном районе. Для этого необходимо изучать климатологические синоптические карты или анализы, отражающие области:

- давление на уровне моря;
- температура поверхности моря;
- температура, высота и влажность (точки росы) на уровнях стандартного давления и в тропопаузе.

5.30. Большая часть данных о тропических циклонах, используемая для разработки ТЦВМИ, относится к штормам над открытыми водами, и, строго говоря, эти методы применимы только к площадкам, находящимся на открытом побережье. Для площадок, удаленных от побережья, следует изучать и количественно определять эффекты топографические и фрикционного взаимодействия с поверхностью земли. Кроме того, известно, что движущиеся к полюсам штормы обычно теряют свои квази-симметричные тропические характеристики и принимают структуру ОБС с хорошо выраженными термическими контрастами. Поэтому при оценке площадки для ядерных установок в высоких широтах критерии, разработанные для прибрежных площадок, следует модифицировать.

### **Построение модели циклона**

5.31. Несмотря на наличие данных воздушной рекогносцировки, накопленных за последние 20 лет, временные изменения некоторых существенных параметров тропического циклона за период в несколько часов еще малоизвестны, и, таким образом, предполагается, что ТЦВМИ находится в устойчивом состоянии. В некоторых сформировавшихся тропических циклонах время от времени отмечаются значительные изменения во внутренней зоне ядра.

5.32. С тем чтобы определить применимость модели для конкретной площадки, следует тщательно оценить местные условия, особенности площадки и исторические данные, которые необходимо пополнять измерениями, выполняемыми приемлемыми измерительными приборами, установленными на площадке, чтобы можно было провести сравнения с окрестными регионами.

Каждый раз, когда это возможно, следует проводить предметные исследования в целях определения характеристик тропических циклонов, которые проходили через окрестности. В такие исследования следует включить все известные тропические циклоны, которые прошли в пределах 300–400 км от площадки.

5.33. Возможно, что методы, основанные на физической модели циклонов, разработанной для определенного района, без соответствующих модификаций на другой район перенесены быть не могут. Ввиду того, что весьма мощные тропические циклоны редки, и в силу недостатка данных наблюдений в интенсивной части штормов, физические характеристики циклонов в различных районах известны не в полном объеме, и при моделировании эту неопределенность следует принимать во внимание.

### **Тропический циклон вероятной максимальной интенсивности**

5.34. С точки зрения методов, рассматриваемых в Руководстве по безопасности, ТЦВМИ – это гипотетический тропический циклон в устойчивом состоянии, имеющий комбинацию значений метеорологических параметров, выбранных так, чтобы получить наибольшую устойчивую скорость ветра, которая может обоснованно иметь место на конкретной прибрежной территории. ТЦВМИ следует выводить из значений метеорологических параметров и использовать его для вычисления максимального нагона в прибрежных точках, полагая, что ТЦВМИ приближается по наиболее критической траектории.

5.35. До сих пор методы оценки ТЦВМИ находятся в процессе разработки, и поэтому при ее выполнении следует проявлять осторожность. В этой связи значительно эволюционировали современные методы определения некоторых параметров тропических циклонов на основе наблюдений, производимых с самолетов или спутников, и следует рассмотреть возможность их применения.

### **Данные для целей проектирования**

5.36. Следует указать максимально возможную скорость ветра на площадке. Это значение должно быть совместимо со значениями, полученными из имеющихся данных, зарегистрированных на данной площадке или на близлежащих станциях. Таким же образом следует приводить описание других характеристик, представляющих интерес для проекта, таких, как вертикальный профиль скорости ветра или продолжительность сохранения интенсивности ветра свыше установленных уровней, переносимые ветром предметы или нагоны.

## МОЛНИЯ

5.37. Во время разряда молнии возникают экстремально высокие напряжения, токи и скорости нарастания токов. Обычно повреждения классифицируются либо как прямые, либо как индуцированные (косвенные). Создаваемое в определенных условиях экстремальное электрическое поле производит точечные разряды и может вызвать пробой (кондуктивный тракт) во всех, за исключением наиболее сильных, изоляторах. Если создается тракт для обратного удара, возникают точки силой в сотни килоампер.

5.38. Хотя точно предсказать когда и где ударит молния невозможно, статистическая информация, собранная за многие годы, может дать определенное указание районов с наивысшей вероятностью активности молний, а также времени года и времени суток, когда такая активность наиболее вероятна. Следует иметь в виду, что молния – это непредсказуемый скоротечный процесс с характеристиками, которые сильно отличаются от разряда к разряду и измерение которых представляют собой сложную задачу.

5.39. Обычно используемый метод представления данных о возникновении молний – это карта грозовой деятельности. Контурные линии отображают число грозовых дней в течение месяца или года, которые могут ожидаться в конкретном районе. Эти карты основаны на данных метеослужб, регистрируемых в течение длительного периода (например, 30 лет). Грозовой день определен как любой день, в течение которого подготовленный наблюдатель слышит гром по меньшей мере один раз. Хотя на эти карты регулярно ссылаются лица, выполняющие анализы риска для структур и систем, уязвимых для молний, они являются плохими индикаторами действительной активности молний. И это потому, что день будет отмечен как грозовой, независимо от того, в этот конкретный день был слышен один раскат грома или сто. Кроме того, последние исследования показывают, что гром не слышен при 20-40% зарегистрированных вспышек молнии.

5.40. Поскольку вероятность удара молнии в каком-либо конкретном районе часто оценивается исходя из статистически определенных значений, взятых из данных карт грозовой деятельности, основанных на грозовых днях, такие расчеты следует рассматривать с осторожностью. Несмотря на это предостережение относительно использования карт грозовой деятельности, отражающих количество грозовых дней, они могут быть полезны для получения общего представления о частотности возникновения молний в конкретном районе. Согласно общему правилу, основанному на большом объеме данных со всего мира, средняя плотность вспышек на земном шаре

оценивается в 1-2 вспышки молнии между облаками и землей на 10 грозовых дней на 1 квадратный километр. В настоящее время во многих государствах для обнаружения отдельных вспышек молнии между облаками и землей и для архивирования данных используются новые методы и соответствующие сети. Если в этой современной базе данных имеются данные по оцениваемой площадке, то она может быть использована в качестве дополнения к данным о грозовых днях и, таким образом, обеспечить более реальную оценку риска удара молнии для площадки атомной электростанции.

## Приложение

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН

А–1. При анализе экстремальных величин широко используется общее асимптотическое распределение экстремальных величин.

$$\text{Где } k = 0 \quad F(x) = \exp \left[ -\exp \left( -\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right]$$

$$\text{Где } k \neq 0 \quad F(x) = \exp \left[ -\left( 1 - k \frac{x - \xi}{\alpha} \right)^{1/k} \right]$$

Эти распределения известны как законы Фишера-Типпета типа I (Гумбеля), типа II (Фреше) и типа III (Вейбулла), при  $k = 0$ ,  $k < 0$  и  $k > 0$ , соответственно.

А–2. Закон типа I,  $k = 0$ , известный как распределение Гумбеля, может быть также записан как

$$\xi = x + \alpha \{ [-\ln F(x)] \} = x + \alpha u, \quad \text{где } u = \ln [-\ln F(x)].$$

Построение графика  $x$  по  $u$  дает прямую линию. Это свойство позволяет визуально проверять по ней соответствие набора данных распределению Гумбеля.

А–3. Аналогичным образом, для распределений типа II (Фреше) и типа III (Вейбулла) имеется специальная диаграммная бумага для построения вероятностей, на которой соответствующее распределение изображается как прямая линия, и поэтому может быть использована для визуальной проверки соответствия данных предложенному распределению.

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рассеяние радиоактивных материалов в воздухе и воде и учет распределения населения при оценке площадки для атомных электростанций, Серия норм безопасности № NS-G-3.2, МАГАТЭ, Вена (2004 год).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites, Safety Standards Series No. NS-G-3, IAEA, Vienna (in preparation).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности № NS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003 год).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.5, IAEA, Vienna (2003).



## **СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ**

Bessemoulin, P.	Météo-France, SCEM/CBD/D, France
Godoy, A.	Международное агентство по атомной энергии
Kornasiewicz, R.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Labbé, P.	Международное агентство по атомной энергии
Riera, J.	Laboratory of Structural Dynamics and Reliability, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil



# ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

## Комиссия по нормам безопасности

*Аргентина:* Oliveira, A.; *Бразилия:* Caubit da Silva, A.; *Германия:* Renneberg, W.; *Индия:* Sukhatme, S.P.; *Испания:* Azuaga, J.A.; Santoma, L.; *Канада:* Pereira, J.K.; *Китай:* Zhao, C.; *Корея, Республика:* Eun, S.; *Российская Федерация:* Вишневский, Ю.Г.; *Соединенное Королевство:* Williams, L.G. (Председатель); Pare, R.; *Соединенные Штаты Америки:* Travers, W.D.; *Украина:* Грищенко, В.; *Франция:* Lacoste, A.-C.; Gauvain, J.; *Швейцария:* Schmocker, U.; *Швеция:* Holm, L.-E.; *Япония:* Suda, N.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Shimomura, K.; *МАГАТЭ:* Karbassioun, A. (координатор); *Международная комиссия по радиологической защите:* Clarke, R.H.

## Комитет по нормам ядерной безопасности

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

## Комитет по нормам радиационной безопасности

*Австралия:* Mason, C. (Председатель); *Аргентина:* Rojkind, R.H.A.; *Беларусь:* Рылевский, Л.; *Бельгия:* Smeesters, P.; *Бразилия:* Amaral, E.; *Венгрия:* Koblinger, L.; *Германия:* Landfermann, H.; *Дания:* Ulbak, K.; *Египет:* Hanna, M.; *Израиль:* Laichter, Y.; *Индия:* Sharma, D.N.; *Ирландия:* McGarry, A.; *Испания:* Amor, I.; *Италия:* Sgrilli, E.; *Канада:* Utting, R.; *Китай:* Yang, H.; *Корея, Республика:* Kim, C.; *Куба:* Betancourt Hernandez, A.; *Мадагаскар:* Andriambololona, R.; *Мексика:* Delgado Guardado, J.; *Нидерланды:* Zuur, C.; *Норвегия:* Saxebol, G.; *Перу:* Medina Gironzini, E.; *Польша:* Merta, A.; *Российская Федерация:* Кутков, В.; *Словакия:* Jurina, V.; *Соединенное Королевство:* Robinson, I.; *Соединенные Штаты Америки:* Papariello, C.; *Таиланд:* Pongpat, P.; *Турция:* Buyan, A.G.; *Украина:* Лихтарев, И.А.; *Финляндия:* Markkanen, M.; *Франция:* Piechowski, J.; *Чешская Республика:* Drabova, D.; *Швейцария:* Pfeiffer, H.J.; *Швеция:* Hofvander, P.; Moberg, L.; *Южная Африка:* Olivier, J.H.L.; *Япония:* Yonehara, H.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Lazo, T.; *Всемирная организация здравоохранения:* Kheifets, L.; *Европейская комиссия:* Janssens, A.; Kaiser, S.; *МАГАТЭ:* Bilbao, A.; *Международная ассоциация по радиационной защите:* Webb, G.; *Международная комиссия по радиологической*

защите: Valentin, J.; *Международная организация по стандартизации*: Perrin, M.; *Международное бюро труда*: Niu, S.; *Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации*: Gentner, N.; *Панамериканская организация здравоохранения*: Borrás, C.; *Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций*: Rigney, C.

### **Комитетом по нормам безопасности перевозки**

*Австралия*: Colgan, P.; *Аргентина*: Lypéz Vietri, J.; *\*Беларусь*: Зайцев, С.; *Бельгия*: Cottens, E.; *Болгария*: Bakalova, A.; *Бразилия*: Bruno, N.; *Венгрия*: Söföb, J.; *Германия*: Rein, H.; *\*Дания*: Hannibal, L.; *Египет*: El-Shinawy, R.M.K.; *Израиль*: Koch, J.; *Индия*: Nandakumar, A.N.; *Ирландия*: Duffy, J.; *Испания*: Zamora Martin, F.; *Италия*: Trivelloni, S.; *Канада*: Vígasky, T.; *Китай*: Pu, Y.; *Корея, Республика*: Kwon, S.-G.; *Нидерланды*: Van Halem, H.; *Норвегия*: Hornkjøl, S.; *Перу*: Regalado Campasa, S.; *Российская Федерация*: Ершов, В.Н.; *Румыния*: Vieru, G.; *Соединенное Королевство*: Young, C.N. (Председатель); *Соединенные Штаты Америки*: McGuire, R.; *\*Таиланд*: Jerachanchai, S.; *Турция*: Kılıksal, M.E.; *Франция*: Aguilar, J.; *Швейцария*: Knecht, B.; *Швеция*: Pettersson, B.G.; *Южная Африка*: Jutle, K.; *Япония*: Hamada, S.; *Всемирный институт по ядерным перевозкам*: Lesage, M.; *Европейская комиссия*: Rossi, L.; *Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций*: Kervella, O.; *МАГАТЭ*: Pope, R.B.; *Международная ассоциация воздушного транспорта*: Abouchaar, J.; *Международная морская организация*: Rahim, I.; *Международная организация гражданской авиации*: Rooney, K.; *Международная организация по стандартизации*: Malesys, P.; *Международная федерация ассоциаций линейных пилотов*: Tisdall, A.

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

---

---

---

---

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА  
ISBN 92-0-414405-X  
ISSN 1020-5845