

---

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
«РОСАТОМ»**

---

**САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО**

**«ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ  
ПРИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ,  
РЕКОНСТРУКЦИИ, КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ»  
«СОЮЗАТОМГЕО»**

---

**Утверждено**  
решением общего собрания членов  
СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО»  
Протокол № 10 от 12 февраля 2015 года

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОБЪЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

**Учет опасных природных процессов и явлений при выборе площадки  
размещения АЭС**

**СТО СРО-Г 60542954 00005 -2015**

**Москва  
2015**

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2001 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и Федеральным законом от 1 мая 2007 г. № 65-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании», а правила применения Стандарта организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### **Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»

2 ВНЕСЁН Советом СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Протоколом общего собрания СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО» № 10 от 12 февраля 2015 г.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ИЗДАНИЕ (сентябрь 2025 г.) с Изменением № 1, утвержденным протоколом Совета СРО «СОЮЗАТОМГЕО» № 11/09-2025 от 01.09.2025 г.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госкорпорации «Росатом» и СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО»

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 1 Область применения .....  | 1  |
| 2 Нормативные ссылки .....  | 1  |
| 3 Термины и определения .....   | 2  |
| 4 Сокращения.....   | 7  |
| 5 Общие положения .....   | 8  |
| 6 Требования к определению расчетных характеристик опасных природных процессов и явлений .....          | 10 |
| 6.1 Максимальное расчетное наводнение. ....   | 10 |
| 6.2 Экстремальные ветровые воздействия .....  | 12 |
| 6.3 Экстремальные снеговые воздействия .....  | 12 |
| 6.4 Воздействия экстремальных температур воздуха .....  | 13 |
| 6.5 Максимальный расчетный тайфун.....  | 14 |
| 6.6 Максимальный расчетный смерч.....   | 14 |
| 6.7 Максимальное расчетное землетрясение .....  | 15 |
| 7 Требования к определению расчетных характеристик особых внешних природно-техногенных воздействий..... | 20 |
| Библиография .....  | 24 |

## 1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к определению достоверных расчетных характеристик опасных природных процессов и явлений, включая рекомендации по формированию вероятностных сценариев сочетания опасных природных процессов и явлений, при выборе площадки размещения АЭС.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на расчетные характеристики опасных природных процессов и явлений редкой повторяемости событий один раз в 10000 лет.

1.3 Настоящий стандарт следует использовать в качестве нормативно-технического документа добровольного применения, при определении расчетных характеристик опасных природных процессов и явлений, при разработке предварительного отчета по обоснованию безопасности в соответствии с требованиями НП-006-16 (приложение 3, раздел II) [1], оценки воздействия на окружающую среду и подготовки материалов обоснования лицензии на размещение АЭС.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 19179-73 Гидрология суши Термины и определения

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия»

СТО СРО-Г 60542954 00024–2025 Объекты использования атомной энергии  
Определение сейсмической опасности и расчетных сейсмических воздействий

**П р и м е ч а н и е** – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети

Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по опубликованным в текущем году выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты». Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Сведения о действии сводов правил могут быть проверены в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

### **3 Термины и определения**

**3.1 алеаторная неопределенность:** Неопределенность, связанная со случайным характером изучаемых процессов.

**3.2 водоем:** Водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным отсутствием.

[ГОСТ 19179-73]

**3.3 водоток:** Движение воды в сформированном русле происходит в течение всего года или большей его части.

[ГОСТ 19179-73]

**3.4 воздействие природного происхождения:** Воздействие, вызванное внешними по отношению к ОИАЭ процессами, явлениями и факторами природного происхождения.

[НП 064-17, приложение 2] [2]

**3.5 воздействие техногенного происхождения:** Внешние по отношению к ОИАЭ воздействие, вызванное непосредственно деятельностью человека или как результат использования им техники и технологий на объектах, находящихся как за пределами площадки ОИАЭ, так и в её пределах.

[НП 064-17, приложение 2] [2]

**3.6 детерминистический подход:** Подход проектирования или конструирования на основе полностью определенных данных о параметрах воздействий и свойствах объекта заведомо в запас безопасности с не превышением установленных нормами с коэффициентами запаса предельных значений контролируемых параметров.

**3.7 детальное сейсмическое районирование; ДСР:** Комплекс детальных, с включением полевых, исследований, направленных на выявление и оценку параметров зон возможных очагов землетрясения любого ранга, очаги землетрясений (в том числе относительно слабых), которые могут представить сейсмическую опасность для конкретного объекта использования атомной энергии.

**П р и м е ч а н и е –** Целью ДСР является уточнение сейсмической интенсивности, заданной результатами ОСР, а также определение физических параметров колебаний, ожидаемых на площадке объекта использования атомной энергии (для условий грунтов категории II по сейсмическим свойствам) при расчетных землетрясениях.

**3.8 достоверные результаты (характеристики):** Результаты (характеристики), эмпирически подтверждённые специальными экспериментами (расчетами) или другой общественно-производственной практикой, не требующие дополнительной проверки.

**3.9 застройщик:** Физическое или юридическое лицо, обеспечивающее на принадлежащем ему земельном участке строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, а также выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации для их строительства, реконструкции, капитального ремонта.

[Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ] [3]

**3.10 зоны возникновения очагов землетрясений:** Зоны зарегистрированного проявления землетрясений, палеосейсмодислокаций, зоны установленных тектонически-активных в четвертичное время разломов, смещения по которым способны вызвать землетрясения.

**3.11 катастрофическое наводнение:** Выдающиеся по величине объемов или отметкам уровня воды, редкое по повторяемости наводнение, которое вызвало жертвы и разрушения.

**3.12 максимальное расчетное землетрясение:** Расчётное землетрясение с повторяемостью в среднем один раз в 10000 лет (средней ежегодной вероятностью реализации  $10^{-4}$ ), характеризующееся на площадке ОИАЭ максимальной интенсивностью, максимальным ускорением, соответствующими спектром (спектрами) реакции и акселерограммой (акселерограммами).

**3.13 наводнение:** Затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием.

**П р и м е ч а н и е** - Наводнение может происходить в результате подъема уровня воды во время половодья или паводка, при заторе, зажоре, вследствие нагона в устье реки, при прохождении волн прорыва гидротехнических сооружений, а также волны цунами на морских побережьях.

**3.14 обеспеченность:** Вероятность того, что рассматриваемое значение величины может быть превышено среди совокупности всех возможных ее значений.

**3.15 объекты использования атомной энергии:** Объекты, представляющие собой ядерные установки, радиационные источники, пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилища радиоактивных отходов, пункты хранения и хранилища радиоактивных расходов, тепловыделяющие сборки ядерного реактора, облученные тепловыделяющие сборки ядерного реактора, ядерные материалы, радиационные источники, радиоактивные отходы.

**3.16 площадка ОИАЭ (площадка):** Территория в пределах охраняемого периметра, на которой размещаются основные и вспомогательные здания и

сооружения ОИАЭ в радиусе не более 3 км от основных сооружений ОИАЭ.

**3.17 площадка АЭС:** Защищенная зона АЭС, включая территорию открытых (закрытых) распределительных устройств и гидротехнических сооружений.

**3.18 порыв ветра:** Значение максимальной (мгновенной) скорости ветра за 2-минутный или 3-секундный период измерения, который зависит от типа анемометра, используемого на метеорологической станции.

**3.19 расчетные сейсмические воздействия:** Набор расчетных характеристик, характеризующих сейсмические воздействия при проектном и максимальном расчётном землетрясениях, необходимых для расчетов сейсмостойкости ОИАЭ.

**3.20 сейсмическая интенсивность:** **сейсмическая интенсивность:** Описательная характеристика сейсмических сотрясений на площадке ОИАЭ, оцениваемая в баллах по шкале MSK-64.

**3.21 сейсмическая опасность:** Вероятность появления сейсмических воздействий определенной силы, выраженных интенсивностью сотрясений, ускорением или другими параметрами, в течение заданного интервала времени на заданной территории.

**3.22 сейши:** Стоячие волны в небольших замкнутых водоемах (моря, заливы, бухты, озера), которые возникают под влиянием разности атмосферного давления, сгонов и нагонов воды.

**3.23 сель:** Стремительный поток большой разрушительной силы, состоящей из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снега, а также прорыва завалов и морен.

[ГОСТ 19179-73]

**3.24 Смерч (торнадо, тромб):** Сильный обладающий большой разрушительной силой маломасштабный атмосферный вихрь диаметром 1000м, в котором воздух вращается с большой скоростью (до 100м/с).

[РБ-022-01, Основные термины и определения] [4]

**3.25 тайфун:** Мощный тропический циклон, возникающий в тропической зоне западной части Тихого океана со скоростями ветра на периферии более 32 м/с.

**3.26 технический заказчик:** Физическое лицо, действующее на профессиональной основе, или юридическое лицо, которые уполномочены застройщиком и от имени застройщика заключают договоры о выполнении инженерных изысканий, о подготовке проектной документации, о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, подготавливают задания на выполнение указанных видов работ, предоставляют лицам, выполняющим инженерные изыскания и (или) осуществляющим подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов капитального строительства, материалы и документы, необходимые для выполнения указанных видов работ, утверждают проектную документацию, подписывают документы, необходимые для получения разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию, осуществляют иные функции, предусмотренные настоящим Кодексом. Застройщик вправе осуществлять функции технического заказчика самостоятельно.

[Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ] [3]

**3.27 ураган:** Мощный тропический циклон, возникающий в тропических широтах восточной части Атлантического океана со скоростями ветра на периферии более 32 м/с или ветер разрушительной силы (12 баллов и выше по шкале Бофорта), значительной продолжительности и скоростью 35 м/с и более.

**3.28 устойчивость объекта использования атомной энергии при внешних воздействиях:** Свойство объекта, характеризующееся стойкостью зданий, сооружений, систем и элементов ОИАЭ, важных для безопасности, его защитных барьеров и безопасностью объекта для населения и окружающей среды при любых видах внешних воздействий.

[НП 064-17] [2]

**3.29 учет внешних природных воздействий:** Деятельность по обеспечению устойчивости и безопасности ОИАЭ при внешних природных воздействиях на всех этапах его жизненного цикла, связанная с его размещением, проектированием, эксплуатацией и выводом из эксплуатации с учетом внешних воздействий на площадке размещения ОИАЭ, результаты которой отражаются в проектно-конструкторских решениях и организационно-технических мероприятиях.

**3.30 цунами:** Длинные волны, порождаемые мощным воздействием на всю толщу воды в водоёме, вызванным подводными землетрясениями, вулканическими извержениями, подводными оползнями, обвалами береговой линии.

**3.31 экстремальная температура воздуха:** Расчетная максимальная и / или минимальная температура воздуха редкой повторяемости один раз в 10000 лет.

**3.32 эпистемическая неопределённость:** Неопределенность оценок, связанная с несовершенством современных научных знаний и моделированием.

## 4 Сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

ВАСО – вероятностный анализ сейсмической опасности (PSHA);

ВОЗ – возможные очаги землетрясений;

ВКУВ – воздействия от колебаний уровня воды;

ДАСО – детерминистский анализ сейсмической опасности (DSHA);

ДСР – детальное сейсмическое районирование;

ИТВ – источник технического водоснабжения;

МРЗ – максимальное расчетное землетрясение;

МРН – максимальное расчетное наводнение;

МРС – максимальный расчетный смерч;

МРТ – максимальный расчетный тайфун;

ООБ – отчет по обоснованию безопасности атомной станции;

ОВПВ – особые внешние природные воздействия;

ОППЯ – опасные природные процессы и явления;

ОИАЭ – объекты использования атомной энергии;

ПООБ – предварительный отчет по обоснованию безопасности атомной станции;

ЭВВ – экстремальные ветровые воздействия;

ЭСВ – экстремальные снеговые воздействия;

MSK-64 – шкала сейсмической интенсивности Медведева-Шпонхойера-Карника.

## 5 Общие положения

5.1 Данный стандарт устанавливает требования и специальные методические рекомендации к определению следующих расчетных характеристик ОППЯ редкой повторяемости:

- максимальное расчетное землетрясение;
- максимальный расчетный смерч;
- максимальный расчетный тайфун;
- максимальное расчетное наводнение.

5.2 Данный стандарт устанавливает требования и специальные методические рекомендации к определению следующих расчетных характеристик ОВПВ:

- экстремальные ветровые воздействия;
- экстремальные снеговые воздействия;
- экстремальные температурные воздействия воздуха;
- ВКУВ в источнике технического водоснабжения АЭС.

5.3 Данный стандарт развивает требования:

- Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ (статья 3, часть 6, пункт 3) [5], в части безопасности при опасных природных процессах и явлениях;
- Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ (статья 15, частей 1 и 6) [5], в части общих требований к достоверности результатов инженерных изысканий, а также к моделированию сценариев возникновения ОППЯ, в том числе при неблагоприятном их сочетании;
- НП 064-17 [2], в части учета 1 степени (особо опасных) природных процессов и явлений, расчетные характеристики которых определяются исходя из периода повторяемости событий один раз в 10000 лет;
- НП 032-19 [6], в части учета ОППЯ, неблагоприятных для размещения АЭС, а также колебаний уровня воды в источнике водоснабжения АЭС;
- ПиНАЭ-5.6 [7], в части природных особых воздействий, расчетные характеристики которых определяются исходя из периода повторяемости событий один раз в 10000 лет.

5.3.1 Разрабатываемый стандарт развивает рекомендации руководства по безопасности [8] в части учета метеорологических и гидрологических опасных процессов и явлений, связанных с ветром, снегом, экстремальными температурами воздуха и динамическими воздействиями воды (волнение, цунами и наводнения).

5.4 Достоверность результатов вероятностной оценки (снижение неопределенности) характеристик ОППЯ достигается путем:

- повышения точности определения параметров исследуемого опасного процесса или явления;
- сбора достаточного количества надежных и актуальных данных (рядов наблюдений) о проявлениях ОППЯ;
- увеличения числа независимых источников информации;
- формирования реалистичных по вероятности сценариев формирования ОППЯ с учетом сочетания событий.

5.4.1 Расчетные характеристики ОППЯ редкой повторяемости могут быть приняты, как детерминистические значения (по аналогии, по эмпирическим

соотношениям) или рассчитаны вероятностными методами, в зависимости от достаточности продолжительности рядов наблюдений.

5.5 При вероятностном анализе сценариев возникновения ОППЯ на площадке размещения АЭС уровень отбора по вероятности в сценарии следует принимать в соответствии с требованиями НП 064-17 [2] и ПиНАЭ-5.6 [7].

5.6 При моделировании сценариев неблагоприятного сочетания ОППЯ (при совпадении во времени двух или более экстремальных событий) рекомендуется значение основного фактора принимать с вероятностью  $10^{-4}$ , а по остальным факторам ОППЯ, включенным в сценарий, следует выбирать максимальные наблюденные за многолетний период значения, принимая их в расчетах, как детерминистскую поправку (с вероятностью 1,0).

5.7 По техническому заданию застройщика или технического заказчика расчетные исходные данные для разработки проектной документации (в составе ПООБ), допускается принимать на основе консервативного сценария по сочетанию ОППЯ при уровне отбора менее вероятности  $10^{-4}$ .

## **6 Требования к определению расчетных характеристик опасных природных процессов и явлений**

### **6.1 Максимальное расчетное наводнение**

6.1.1 При определении расчетных вероятностных характеристик воздействия максимального расчетного наводнения (МРН) следует моделировать сценарии его формирования с учетом:

- типа объекта (водотоки: реки и временные водотоки; водоемы: озера, водохранилища и моря);
- наличие регионального комплекса ОППЯ;
- возможности техногенного воздействия от прохождения волны прорыва напорных фронтов гидротехнических сооружений.

6.1.2 В случае многофакторных условий формирования гидрологического режима водного объекта определение расчетных характеристик МРН следует

проводить на основе моделирования консервативного сценария формирования МРН, которое может угрожать затоплению площадки размещения АЭС.

6.1.3 Уровень отбора по вероятности МРН, сформированного одним фактором природного происхождения (весенне-летнее половодье или сезонные дождевые паводки) на реках и других водотоках следует принимать равным  $10^{-4}$  (обеспеченность 0,01 %, повторяемость один раз в 10000 лет) для нормальных условий формирования гидрологического режима.

6.1.4 Уровень отбора по вероятности МРН на водоемах (озера, водохранилища и моря), сформированного одним фактором ОППЯ природного происхождения (цунами, штормовое волнение, сгоны и нагоны, сейши), следует принимать равным  $10^{-4}$  для нормальных условий формирования гидрологического режима.

6.1.5 При наличии исторических данных о фактах катастрофических наводнениях расчетные характеристики МРН следует определять на основе консервативного сценария формирования МРН, который следует моделировать с учетом сочетания региональных ОППЯ, характерных для рассматриваемого водного объекта. В консервативный сценарий могут быть включены кроме основного фактора (половодье, паводок, волна цунами), также другие ОППЯ (сель, ветровой нагон, волнение и другие факторы с учетом региональных особенностей), которые могут быть характерны для рассматриваемого водного объекта.

6.1.6 В случае формирования сценария МРН по сочетанию факторов общий уровень отбора по вероятности не должен быть менее  $10^{-4}$ .

6.1.6.1 При моделировании консервативного сценария формирования МРН на водном объекте с учетом комплекса ОППЯ основной фактор следует принимать с вероятностью  $10^{-4}$ , а по остальным факторам, включенным в сценарий, следует выбирать их максимальные наблюденные значения за многолетний период, принимая их, как детерминистскую поправку.

6.1.7 По техническому заданию застройщика или технического заказчика расчетные исходные данные по МРН для разработки проектной документации

допускается принимать на основе консервативного сценария по сочетанию ОППЯ при уровне отбора менее вероятности  $10^{-4}$ .

## 6.2 Экстремальные ветровые воздействия

6.2.1 Экстремальные ветровые воздействия (ЭВВ) рассчитываются согласно ПиНАЭ-5.6 [7], исходя из периода повторяемости один раз в 10000 лет.

6.2.2 ЭВВ заданной обеспеченности следует определять по многолетним рядам данных наблюдений на высоте 10 м над поверхностью земли:

- за наибольшей годовой скоростью ветра (осредненной за 10 минут);
- за максимальной годовой скоростью ветра (порывах).

6.2.3 Из базы многолетних рядов наблюдений (по данным расположенных в районе площадки АЭС репрезентативных метеорологических станций) следует выбирать ряды максимальных годовых скоростей ветра с наиболее однородными и стационарными данными, включая последние 30 лет наблюдений. При расчетах ЭВВ следует также проводить анализ и оценку качества (полноты и достоверности) исходных рядов.

6.2.4 При анализе рядов данных наблюдений с использованием функций распределения вероятностей, аппроксимируемых для изучаемого ряда значений максимальных скоростей ветра, следует учитывать, что экстремальные значения скорости ветра наиболее хорошо описываются асимптотическим распределением Фишера-Типпетта I типа (Гумбеля) [9].

6.2.5 При оценке значений и достоверности ЭВВ путём экстраполяции функции распределения вероятностей на большие интервалы времени следует учитывать продолжительность выборки, в частности, для интервалов, в четыре раза превышающих продолжительность выборки.

## 6.3 Экстремальные снеговые воздействия

6.3.1 Расчётные экстремальные снеговые воздействия (ЭСВ) следует определять согласно ПиНАЭ-5.6 [7] для периода повторяемости один раз в 10000 лет.

6.3.2 Определение расчётных ЭСВ производится в соответствии с СП 20.13330.

6.3.3 Экстремальные значения веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> поверхности земли должны рассчитываться по ежегодным максимумам запаса воды на основании результатов снежевых съемок высоты снежного покрова за период не менее 30 лет. Следует использовать данные метеорологической станции, физико-географическое положение которой аналогично площадке АЭС.

6.3.4 Для оценки расчётных значений высоты снежного покрова различной обеспеченности рекомендуется использовать распределения Гумбеля или Фреше [9] или нормальное логарифмическое распределение [13].

#### **6.4 Воздействия экстремальных температур воздуха**

6.4.1 Согласно ПиНАЭ-5.6 [7] расчётные экстремальные температуры воздуха принимаются исходя из периода повторяемости один раз в 10000 лет (обеспеченность 0,01 %).

6.4.2 Расчётные экстремальные температуры воздуха следует определять по многолетним рядам данных наблюдений за максимальной и минимальной температурами воздуха. Следует выбирать ряды, которые включают последние 50 лет наблюдений с наиболее однородными и стационарными данными, проведя анализ и оценку их качества (полноты и достоверности).

6.4.3 Метод расчета экстремальных значений температуры воздуха для конкретного исходного ряда многолетних наблюдений следует принимать после предварительного анализа эмпирической кривой распределения ежегодных вероятностей превышения.

6.4.4 Для аппроксимации эмпирических распределений экстремумов температуры воздуха рекомендуется использовать двойное экспоненциальное распределение Гумбеля [9].

6.4.5 Качество выравнивания экспериментальных данных теоретическим распределением следует оценивать по среднеквадратическому отклонению точек от аппроксимирующей кривой и критерию Колмогорова – Смирнов [13].

6.4.6 По результатам измерений экстремальных значений температуры за сутки по опорной метеостанции следует сформировать две выборки годовых экстремумов за период не менее 30 лет (с обязательной проверкой ряда данных на

однородность) и с помощью двойного экспоненциального распределения Гумбеля [9] проводить теоретические аппроксимации для экстремальных значений.

## 6.5 Максимальный расчетный тайфун

6.5.1 Определение расчетных характеристик максимального расчетного тайфуна (МРТ) проводится только для мощных тропических циклонов со скоростями ветра более 32 м/с в периферии.

6.5.2 Для определения расчетных характеристик МРТ (скорость ветра, максимум дождевых осадков) уровень отбора по вероятности следует принимать  $10^{-4}$ .

6.5.3 Состав расчетных характеристик МРТ должен включать максимальную скорость ветра, максимум суточных осадков и их интенсивность, сумму осадков за период воздействия тайфуна.

6.5.4 Для рек и водотоков в районе вероятного прохождения тайфунов следует проводить расчет МРН с учетом дождевых паводков. При моделировании сценариев МРН неблагоприятного сочетания ОППЯ следует значение основного фактора принимать максимальные расходы воды 0,01% обеспеченности, вызванные прохождением дождевого паводка. По остальным факторам ОППЯ (ветровой нагон, волнение), включенным в сценарий, следует выбирать максимальные наблюденные за многолетний период значения, принимая их в расчетах, как детерминистскую поправку.

## 6.6 Максимальный расчетный смерч

6.6.1 Определение характеристик МРС при выборе площадки, включая подготовку материалов обоснования лицензии на размещение АЭС, следует проводить в четыре этапа оценки смерчеопасности территории в соответствии с рекомендациями РБ-022-01 [4].

6.6.2 При этом следует учитывать, что расчетные характеристики МРС при нормативном уровне отбора по вероятности  $10^{-4}$  будут относиться к территории вероятного прохождения смерча, равной площади 1000 квадратных километров.

6.6.3 По техническому заданию застройщика или технического заказчика для разработки проектной документации расчетные характеристики МРС,

проходящего через конкретный объект (точку) на площадке размещения АЭС, следует рассчитывать в соответствии с РБ-022-01 [4], на основе консервативного сценария при уровне отбора по вероятности, позволяющего получить значимые значения МРС.

## **6.7 Максимальное расчетное землетрясение**

6.7.1 При выборе площадки размещения АЭС следует определять следующие характеристики максимального расчетного землетрясения (МРЗ) повторяемостью один раз в 10000 лет: максимальная интенсивностью, максимальное ускорение, с соответствующими спектром (спектрами) реакции и акселерограммой (акселерограммами). Указанные характеристики следует определять в результате вероятностного анализа сейсмической опасности при уровнях обеспеченности 50 % и 84 % в соответствии с НП 031-01 [10] и СТО СРО-Г 60542954 00024–2025.

6.7.2 Сейсмическую интенсивность, представляющую описательную характеристику МРЗ, следует определять уже на этапе предварительного выбора площадки размещения АЭС на основании материалов ОСР и ДСР – в упрощённом варианте, с последующим уточнением и определением других характеристик МРЗ при разработке проектной документации.

6.7.3 Определение параметров МРЗ следует основывать на адекватном описании и параметризации землетрясений и сейсмических колебаний, как источника вибрационных воздействий на площадку.

6.7.3.1 Уточнение геодинамических и сейсмических условий площадки АЭС для определения параметров МРЗ следует проводить в соответствии с НП 031-01 [10], РБ-019-18 [11], РБ-006-98 [12].

6.7.4 Для обеспечения достоверности параметры МРЗ рекомендуется устанавливать последовательно в цикле проводимых работ по ДСР, ВАСО и сейсмическому микрорайонированию (СМР). Комплекс необходимых работ включает в себя следующие этапы в соответствии с (по СТО СРО-Г 60542954 00024–2025):

- разработка модели (моделей) зон ВОЗ района, с учётом неопределенности их границ; определение максимально возможной магнитуды в каждой из зон ВОЗ, глубины и преобладающего механизма очагов, частоты возникновения (периода повторяемости) землетрясений и типа зависимости магнитуды от частоты возникновения, а также неопределенности, связанной с каждой оценкой;

- выбор или разработка уравнений прогноза параметров сейсмических колебаний для района размещения площадки с оценкой неопределенности, как в среднем значении, так и в дисперсии данных о движениях грунта, в зависимости от магнитуды землетрясения, типа очаговой зоны, глубины и механизма очага, эпицентрального расстояния, строения и сейсмических свойств геологической среды;

- расчёт сейсмической опасности;
- определение и учёт реакции площадки на сейсмические колебания.

6.7.5 При определении МРЗ следует проводить параметризацию землетрясений и сейсмических колебаний таким образом, чтобы эти параметры могли быть использованы, как исходные данные для создания проектной документации.

6.7.6 Параметры МРЗ следует устанавливать для условий свободной поверхности площадки, на отметке подошвы фундаментов зданий и сооружений, а также других отметках (30 м ниже подошвы), указанных в техническом задании на проведение сейсмологических и сейсмотектонических исследований территории в составе инженерно-геологических изысканий или по программе специальных исследований при научном сопровождении инженерных изысканий.

6.7.7 Количественные параметры МРЗ следует представлять средним (медианным) значением и значением с расчетной обеспеченностью 84 % (медиана плюс одно стандартное отклонение);

6.7.8 Учёт эпистемической неопределенности на каждом из этапов анализа рекомендуется проводить по технологии логического дерева, позволяющей представить имеющиеся альтернативные гипотезы (модели), придать

относительный вес, отражающий степень доверия к той или иной гипотезе и скомбинировать все гипотезы в процессе анализа сейсмической опасности.

6.7.8.1 Для обеспечения достоверности параметров МРЗ различные интерпретации одного и того же компонента ВАСО следует принимать с учетом согласованных экспертных оценок (заключений).

6.7.8.2 В экспертном заключении следует оценить все альтернативные, научно обоснованные гипотезы и модели на основе собранных данных и разработать комплексную оценку с учетом изученности и неопределенности.

6.7.8.3 Экспертное заключение по характеристикам МРЗ не следует использовать в качестве замены получению новых данных, а исполнители работ по оценке сейсмической опасности не должны фокусироваться на какой-либо одной гипотезе или модели одного эксперта.

6.7.8.4 Рекомендуется выстраивать логическое дерево таким образом, чтобы его ветви отражали весь спектр гипотез или моделей, и, что последующие оценки, основанные на все более точных данных, лежали бы в пространстве, заданном ветвями дерева.

6.7.8.5 При построении логического дерева следует включать в рассмотрение действительно альтернативные модели. Включение в логическое дерево даже большого числа коррелированных моделей не позволит учесть эпистемическую неопределенность в должной мере. Коррелированные модели следует объединить в единую модель, расширив логическое дерево анализа путём добавления дополнительных ветвей.

6.7.8.6 При определении МРЗ следует использовать данные по конкретной площадке, за исключением случаев, когда такие данные получить невозможно. В таких случаях и только на начальных этапах инженерных изысканий при определении сейсмической опасности могут использоваться данные по другим районам, характеристики которых являются в достаточной степени сходными с рассматриваемым районом размещения площадки ОАЭИ. При этом могут также использоваться соответствующие и приемлемые методы моделирования.

6.7.8.7 При определении максимально возможной магнитуды и параметров повторяемости землетрясений в той или иной зоне ВОЗ следует по возможности расширять временной интервал сведений:

- о сильных землетрясениях прошлого, привлекая данные геологических, палео- и архео-сейсмологических методов, а также описания исторических землетрясений в летописных, архивных и других литературных источниках;
- о современных землетрясениях и микроземлетрясениях, привлекая инструментальные сейсмологические данные.

6.7.8.8 При выборе уравнений прогноза параметров сейсмических колебаний для района размещения площадки АЭС из баз данных по сильным движениям следует учитывать следующее:

- для учёта эпистемической неопределённости важно иметь достаточное количество уравнений;
- выбранные уравнения должны представлять различные географические регионы;
- в выбранных уравнениях должны использоваться различные методы моделирования;
- параметры движения грунта должны быть достаточными для получения исходных данных для проектирования;
- в выбранных уравнениях в функциональной форме должны содержаться характерные признаки (числовые или порядковые характеристики геометрии очага, типа подвижки, скоростного строения среды, категории грунтов площадки, расстояния до очага, нелинейности колебаний, частотного диапазона, стандартного отклонения и др.), включая насыщение с магнитудой, зависящее от магнитуды масштабирование расстояния и условия, имитирующие эффекты неупругого затухания;
- выбранные уравнения должны позволять обоснованно экстраполировать решения за рамки входных данных.

6.7.9 Учёт алеаторной неопределённости данных следует проводить на основе различных статистических подходов, учитывая распределение величин на заданных уровнях статистической обеспеченности.

6.7.10 Для выводов о значимости вклада различных исходных данных в результаты анализа сейсмической опасности следует проводить анализ чувствительности. Если относительно небольшие изменения значений исходных данных влекут за собой значительные изменения итоговых оценок параметров МРЗ, следует уделить больше внимания точности и достоверности определения исходных данных.

6.7.11 Рекомендуется проверять результаты определения МРЗ, пользуясь данными об интервалах повторяемости сильных землетрясений.

6.7.12 Рекомендуется проверять результаты определения МРЗ данными, полученными ДАСО. При этом следует использовать то же логическое дерево (за исключением уровня ветвей, отражающих повторяемость землетрясений во времени), которое было построено для ВАСО.

6.7.13 При определении количественных параметров МРЗ следует учитывать реакцию площадки на сейсмические колебания, основываясь на результатах расчётного или инструментальных методов сейсмического микрорайонирования.

6.7.13.1 Определение характеристик сейсмических колебаний во внутренних точках грунтовой среды следует проводить методами конволюции и деконволюции.

6.7.13.2 Предпочтительными при наличии возможности следует считать инструментальные методы определения характеристик сейсмических колебаний во внутренних точках грунтовой среды.

6.7.13.3 При определении модифицирующего влияния на сейсмические воздействия верхней части грунтов площадки следует учитывать как вариативность сейсмических свойств грунтов, так и вариативность параметров исходных сейсмических колебаний.

6.7.13.4 Допускается не учитывать реакцию площадки, если средняя скорость распространения волн сдвигового типа в верхней части грунтового разреза площадки мощностью 30 м превышает 1100 м/с.

## **7 Требования к определению расчетных характеристик особых внешних природно-техногенных воздействий**

7.1 Для учета воздействия волны прорыва напорных фронтов водохранилищ определение расчетных характеристик МРН следует проводить на основе моделирования консервативного сценария сочетания факторов. В консервативный сценарий рекомендуется включать сочетание прохождение пика уровней воды половодья (паводка) и одновременно волны прорыва напорного фронта выше расположенного гидроузла с учетом воздействия ветровых нагонов и ветровых волн.

7.1.1 В этом случае рекомендуется выполнять расчеты МРН на основе трехмерной компьютерной гидродинамической модели водных объектов, включенных в сценарий с учетом:

- волны прорыва напорных фронтов вышележащих водохранилищ;
- прохождения весеннего половодья или максимального дождевого паводка с максимальными расходами воды обеспеченностью 0,01 %;
- ветрового нагона и волнения при воздействии ветра с максимальной скоростью (при скоростях ветра более 30,0 м/с).

7.1.2 На основании требования НП 064-17 [2] в части учета в проектных основах техногенных факторов, для которых частота реализации равна или больше  $10^{-6}$  1/год, расчетную вероятность реализации консервативного сценария формирования МРН на водном объекте с учетом волны прорыва напорных фронтов вышележащих водохранилищ следует принимать не менее  $10^{-6}$ . При этом основной фактор следует принимать с вероятностью  $10^{-4}$ , а по остальным факторам ОППЯ, которые вошли в сценарий, следует выбирать их максимальные

наблюденные значения за многолетний период или принимать их с вероятностью  $10^{-2}$ .

7.1.3 В результате расчетов экстремально высоких уровней воды МРН при сложной динамике взаимодействия факторов формирования МРН должны быть получены:

- различные значения максимальных уровней воды рассматриваемого водного объекта в расчетном створе;
- моделирование сценариев воздействия МРН на площадку АЭС.

7.1.4 В результате анализа консервативного сценария возможных сочетаний природных и техногенных факторов формирования МРН следует установить:

- значение максимального уровня воды МРН при прохождении весеннего половодья редкой повторяемости 0,01%-ой обеспеченности;
- параметры волны прорыва напорного фронта гидроузла;
- возможные варианты воздействий МРН на гидротехнические сооружения с учетом современных данных об эксплуатации гидроузлов.

7.1.5 Расчеты волнового воздействия на площадку АЭС следует проводить для ветров не менее двух направлений по данным многолетних наблюдений. Принятые за расчетные направления ветров должны быть:

- преобладающими направлениями в период прохождения половодья (паводка);
- продолжительностью воздействия не менее 6 часов.

7.2 Требования к определению расчетных характеристик воздействия от колебаний уровня воды в источнике технического водоснабжения.

7.2.1 При определении расчетных характеристик ВКУВ в источнике технического водоснабжения следует учитывать водный баланс и водохозяйственные параметры, определяющие гарантированную водоотдачу и правила эксплуатации ИТВ.

7.2.2 Должен быть определен минимальный уровень воды в ИТВ, при котором обеспечивается проектная потребность в охлаждающей воде для

технологических систем АЭС, а также приведены оценки достижения данного уровня воды для различных критических повторяемостей с учетом категории систем важных для безопасности.

7.2.3 При наличии многолетних данных следует проводить расчетные оценки водного баланса воды при падении уровня воды в ИТВ до минимального уровня, обеспечивающего проектную подачу охлаждающей воды.

7.2.3.1 Должен быть определен максимальный уровень воды в ИТВ, до которого обеспечивается проектная подача охлаждающей воды необходимой для работы систем АЭС.

7.2.4 Расчетные оценки достижения максимальных уровней воды в ИТВ при разных уровнях обеспеченности, опасных для эксплуатации водозаборных сооружений, следует рассматривать как исходные данные для разработки технических решений, препятствующих аварийному подтоплению водозаборных сооружений.

7.2.5 Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные расчеты, входящие в состав работ по оценке воздействия от колебаний уровня воды в ИТВ, должны основываться на достоверных результатах инженерных изысканий и их научного сопровождения.

7.2.6 При гидрологическом обосновании проектов АЭС следует проводить оценку наличия дополнительных водных ресурсов в ИТВ для осуществления продувки системы технического водоснабжения или других технологических нужд, предусмотренных в проекте АЭС.

7.2.7 В случае многолетнего регулирования ИТВ следует учитывать закономерности колебаний речного стока в многолетнем разрезе при этом основным элементом моделирования и расчетов должны служить многолетние последовательности годовых объемов стока.

7.2.8 Математическое описание колебаний годового стока должно включать безусловное распределение вероятностей и условные распределения, тип и параметры которых определяются водностью предшествующего периода.

7.2.9 Расчетная обеспеченность гарантированной водоподачи из ИТВ, устанавливаемая на основании водохозяйственных расчетов по многолетнему ряду наблюдений, должна характеризоваться следующими основными расчетными характеристиками:

- числом бесперебойных лет;
- продолжительностью бесперебойных периодов водоподачи;
- объемом воды, поданным для водоснабжения.

7.2.10 Расчетную обеспеченность гарантированной водоподачи для водоснабжения ответственных водопотребителей АЭС из поверхностных источников рекомендуется принимать не менее 97 % обеспеченности для числа бесперебойных лет и 99 % обеспеченности для продолжительности бесперебойных периодов.

## Библиография

|   |   |
|---|---|
| [1] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-006-16 | Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности блока атомной станции с реактором типа ВВЭР  |
| [2] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП 064-17 | Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии   |
| [3] Федеральный закон от 29.12.2004 N 190-ФЗ                                      | Градостроительный Кодекс Российской Федерации, редакция от 23.07.2013   |
| [4] Руководство по безопасности при использовании атомной энергии РБ-022-01       | Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии  |
| [5] Федеральный закон № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 года                            | Технический регламент о безопасности зданий и сооружений  |
| [6] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП 032-19 | Площадка атомной станции. Требования безопасности   |
| [7] Правила и нормы в атомной энергетике ПиНАЭ-5.6                                | Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа  |
| [8] Specific Safety Guide № SSG-18  | Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations». Vienna, IAEA, 2011<br>Руководства по безопасности МАГАТЭ № SSG-18 «Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guide |
| [9] 50-SG-S11A  | Учет экстремальных метеорологических явлений при выборе площадок АЭС (без   |

|   |   |
|---|---|
|   | учета тропических циклонов).  |
| [10] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП 031-01  | Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций  |
| [11] Руководство по безопасности РБ-019-18  | Оценка исходной сейсмичности района и площадки размещения объекта использования атомной энергии при инженерных изысканиях и исследованиях |
| [12] Руководство по безопасности РБ-006-98  | Определение исходных сейсмических колебаний грунта для проектных основ  |
| [13] Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных, Айвазян СА и др., Справочное изд. – М.: «Финансы и статистика», 1983 - 471 с |   |