УТВЕРЖДЕНЫ
 приказом Федеральной службы
 по экологическому, технологическому
 и атомному надзору

 от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Федеральные нормы и правила
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению сейсмостойкости атомных станций»

**(НП-031-ХХ)**

# I. Назначение и область применения

1. Настоящие федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Основные требования к обеспечению сейсмостойкости атомных станций» (НП-031-ХХ) (далее – Правила) разработаны в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент
о безопасности зданий и сооружений» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, № 1, ст. 5; 2013, № 27, ст. 3477), Положением
о разработке и утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 1 декабря 1997 г. № 1511 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 49, ст. 5600; 2012, № 51, ст. 7203).
2. Настоящие Правила устанавливают требования к обеспечению сейсмостойкости атомных станций с реакторами всех типов
и распространяются на размещаемые, проектируемые, сооружаемые, эксплуатируемые и выводимые из эксплуатации атомные станции.
3. Требования настоящих Правил обязательны для исполнения эксплуатирующими организациями, а также организациями, выполняющими работы и предоставляющими услуги в области использования атомной энергии для эксплуатирующих организаций.
4. Порядок приведения атомных станций в соответствие
с настоящими Правилами, в том числе сроки и объем необходимых мероприятий, определяется в каждом конкретном случае в условиях действия лицензии на размещение, сооружение, эксплуатацию или вывод из эксплуатации атомных станций.

**II. Общие положения**

1. В проекте АС (перечень сокращений приведен в приложении № 1
к настоящим Правилам) должны быть предусмотрены и обоснованы технические и организационные меры, обеспечивающие сейсмостойкость АС (термины и определения приведены в приложении № 2 к настоящим Правилам) при ее сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации. Обоснование указанных мер должно выполняться с использованием расчетных и (или) экспериментальных методов с учетом конструкторских
и планировочных решений, результатов анализа последствий сейсмических воздействий на АС и прежнего опыта их применения на АС. Перечень технических и организационных мер, обеспечивающих сейсмостойкость АС, и результаты обоснований должны быть приведены в ООБ АС.
2. Вышеуказанные технические и организационные меры должны включать:

определение исходных данных для безопасного размещения АС
и обоснования сейсмостойкости АС, включая получение данных
о сейсмичности площадки АС;

выполнение расчетов сейсмостойкости строительных конструкций
и оснований зданий и сооружений АС;

выполнение расчетов и (или) экспериментального обоснования сейсмостойкости технологического и электротехнического оборудования, средств автоматизации и связи;

оценку взаимного влияния элементов, зданий и сооружений при сейсмических воздействиях и при наличии влияния, приводящего
к нарушению требований настоящих Правил, принятие мер по обеспечению исключения этого влияния;

разработку и обоснование антисейсмических предупредительных
и защитных мероприятий;

другие технические и организационные мероприятия, целесообразность которых обоснована в проекте АС с учетом особенностей конкретной площадки размещения АС.

1. С целью дифференцирования требований к проектированию
и эксплуатации, в зависимости от влияния элементов АС на безопасность при сейсмических воздействиях и необходимости их работоспособности после прохождения землетрясения здания, сооружения АС и их основания[[1]](#footnote-1), системы
и элементы АС должны быть отнесены разработчиком проекта АС к I, II или III категориям сейсмостойкости.

Отнесение зданий, сооружений и их оснований, систем и элементов АС
к категориям и подкатегориям по сейсмостойкости должно быть обосновано
в проекте АС, а информация об этом приведена в ООБ АС.

1. К I категории сейсмостойкости должны быть отнесены:

элементы классов безопасности 1 и 2;

системы и элементы безопасности;

элементы, образующие границу первого контура, а также системы
и элементы, необходимые для управления такими элементами
и осуществления их электроснабжения;

системы и элементы специальных технических средств для управления ЗПА, отнесенные к важным для безопасности;

системы и элементы специальных технических средств для управления ЗПА, не отнесенные к влияющим на безопасность, если их защита от сейсмического воздействия до уровня МРЗ включительно не может быть обеспечена путем размещения в безопасном месте или которые не могут быть восстановлены (заменены) в процессе развития ЗПА при их отказе.

системы и элементы НЭ, отказ (в том числе множественные отказы) которых при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно может привести к необходимости принятия мер по защите населения или к превышению доз облучения персонала, установленных
в проекте АС для ПА;

системы и элементы АС (включая здания, сооружения и их основания), механическое повреждение которых при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно путем силового или температурного воздействия на системы
и элементы I категории сейсмостойкости может привести к отказу последних;

иные системы и элементы, отнесение которых к I категории сейсмостойкости обосновано в проекте АС с целью обеспечения непревышения проектных пределов для ПА при сейсмическом воздействии уровня МРЗ, вызывающем отказ систем и элементов АС, отнесенных ко II
и III категориям сейсмостойкости.

1. Из числа систем и элементов АС, отнесенных к I категории сейсмостойкости, должны быть выделены системы и элементы АС, необходимые для предотвращения тяжелой аварии при сейсмическом воздействии уровня ЗЗ, а также для обеспечения при указанном сейсмическом воздействии предотвращения выхода в окружающую среду радиоактивных веществ в количествах, приводящих к превышению пределов по радиационному воздействию, установленных для ПА. Выделенные указанным образом системы и элементы относятся к подкатегории сейсмостойкости Iа.
2. Ко II категории сейсмостойкости относятся:

не отнесенные к I категории сейсмостойкости системы и элементы, отказ которых может привести (самостоятельно или в совокупности с отказом других систем и элементов) к перерыву в выработке энергии;

не отнесенные к I категории сейсмостойкости элементы, важные для безопасности.

1. К III категории сейсмостойкости относятся системы и элементы АС (включая здания и сооружения), которые не отнесены к категориям сейсмостойкости I и II.
2. Элементы одной системы, здания и сооружения могут быть отнесены к разным категориям сейсмостойкости при наличии элементов, обеспечивающих разделение элементов разных категорий, при условии, что при сейсмических воздействиях отказ элементов системы, здания и сооружения, отнесенных к более низкой категории, не влияет на выполнение установленных проектом функций системы, здания и сооружения. При этом применяемые для разделения элементы должны быть отнесены к более высокой категории сейсмостойкости.

Для оснований категория сейсмостойкости должна быть не ниже, чем наиболее высокая категория сейсмостойкости, присвоенная расположенным на них элементам АС (включая здания и сооружения).

1. Разрушение или повреждение здания, сооружения (и их основания), отказ системы (элемента) АС более низкой категории сейсмостойкости не должен приводить к разрушению или повреждению зданий, сооружений (и их оснований) и (или) к отказу системы (элемента) АС более высокой категории сейсмостойкости.
2. Системы и элементы АС (включая здания и сооружения), отнесенные к I категории сейсмостойкости, должны:

сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности АС, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно;

сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до ПЗ включительно и после его прохождения.

Радиационные последствия после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно не должны приводить
к необходимости принятия мер по защите населения.

1. Здания и сооружения и их основания, системы и элементы АС, отнесенные в проекте АС к I и II категории сейсмостойкости, должны сохранять способность выполнять функции, предусмотренные в проекте АС, при сейсмическом воздействии до ПЗ включительно и после его прохождения.
2. Системы и элементы АС (включая здания и сооружения), отнесенные к подкатегории сейсмостойкости Ia, должны сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности АС, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до ЗЗ включительно.

Для систем и элементов АС, отнесенных к подкатегории Iа, должны быть проанализированы имеющиеся проектные запасы: определен уровень сейсмического воздействия, превышающий уровень ЗЗ, вплоть до которого обеспечивается выполнение функции безопасности данными системами
и элементами АС (включая здания и сооружения) и обосновано отсутствие порогового эффекта.

Величина указанного уровня сейсмического воздействия, превышающего уровень ЗЗ, и имеющиеся запасы должны быть достаточны для обоснования выполнения целевых вероятностных ориентиров по частоте тяжелых аварий и частоте большого аварийного выброса.

**III. Требования к обеспечению сейсмостойкости атомной станции
при размещении**

1. При выполнении инженерных изысканий по выбору площадки для размещения АС должны быть определены и обоснованы исходные данные для безопасного размещения АС и обоснования сейсмостойкости АС.
2. При инженерных изысканиях должны быть установлены геодинамические, сейсмотектонические и сейсмические условия размещения АС, с учетом которых должны быть определены параметры сейсмических воздействий уровня ПЗ, МРЗ, ЗЗ, кривые сейсмической опасности для региональных, местных и локальных зон ВОЗ и получены оценки их неопределенности.

Требования к базе данных, формируемой на этапе выбора площадки для размещения АС, приведены в приложении № 3 к настоящим Правилам.

Требования к составу и объему работ по установлению геодинамических и сейсмических условий размещения площадки АС приведены в приложении № 4 к настоящим Правилам.

Требования к учету грунтовых условий при определении сейсмичности площадки АС приведены в приложении № 5 к настоящим Правилам.

Объем выполненных инженерных изысканий по выбору площадки для размещения АС должен быть достаточным для выявления и определения степени сейсмической опасности площадки АС.

**IV. Требования к обеспечению сейсмостойкости атомной станции при проектировании**

1. В проекте АС должны быть представлены расчетные обоснования сейсмичности площадки АС. Расчетные обоснования сейсмичности должны сопровождаться оценками погрешностей и неопределенностей получаемых результатов.

Стандартные параметры сейсмических воздействий, используемых для расчетов сейсмостойкости АС, приведены в приложении № 6 к настоящим Правилам.

1. В проекте АС должны быть приведены обоснования сейсмостойкости зданий, сооружений и их оснований, систем и элементов АС с учетом сейсмических воздействий, соответствующих землетрясениям
с повторяемостью один раз в 1 000 лет (ПЗ), один раз в 10 000 лет (МРЗ) и один раз в 100 000 лет (ЗЗ) в зависимости от категории сейсмостойкости зданий, сооружений и их оснований, систем и элементов АС.
2. В проекте АС должны быть обоснованы параметры ПЗ, МРЗ и ЗЗ. ПЗ, МРЗ и ЗЗ должны характеризоваться среднеарифметическим значением
и стандартным отклонением параметров сейсмического воздействия: интенсивность, максимальное ускорение, коэффициенты динамичности, период и длительность фазы интенсивных колебаний, спектр ответа, а также набором аналоговых или синтезированных акселерограмм, моделирующих характерные типы сейсмических воздействий на площадке АС.
3. При обосновании сейсмостойкости АС независимо от сейсмичности района размещения и площадки размещения АС горизонтальные компоненты ускорения на свободной поверхности грунтов площадки АС при ПЗ должны быть не менее 0,05 g (или не менее 0,5 м/с2), при МРЗ – не менее 0,1 g (или не менее 1 м/с2). Вертикальная компонента ускорения должна быть равна не менее 2/3 от горизонтальных ускорений при ПЗ, МРЗ.
4. Значения параметров сейсмических воздействий ЗЗ необходимо принимать для частоты превышения максимальной интенсивности 10-5 в год, но не ниже параметров 1,5 *амах*МРЗ[[2]](#footnote-2).
5. Требования к моделированию и расчету зданий, сооружений, систем и элементов АС на сейсмические воздействия с учетом взаимодействия
с грунтовым основанием приведены в приложении № 7 к настоящим Правилам.

Обоснование прочности оборудования и трубопроводов при сейсмических воздействиях должно выполняться в соответствии
с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии и обязательных к применению национальных стандартов, устанавливающих требования к расчету прочности оборудования
и трубопроводов от сочетаний сейсмических воздействий с проектными нагрузками. Сочетания нагрузок при обосновании сейсмостойкости оборудования и трубопроводов приведены в разделе VII приложения № 7
к настоящим Правилам.

1. В проекте АС для обеспечения сейсмостойкости зданий
и сооружений должны быть приняты и обоснованы компоновочные
и конструктивные решения, обеспечивающие прочность и устойчивость строительных конструкций, с учетом расчетных параметров сейсмических воздействий, при этом должны быть определены:

НДС и кинематические параметры строительных конструкций (конструктивных элементов, опорных узлов оборудования, трубопроводов и других элементов АС) с учетом расчетных динамических характеристик материалов;

спектры ответа в заданных опорных точках строительных конструкций (местах установки оборудования, трубопроводов и других элементов АС) по рассчитанным акселерограммам.

1. Для разработки ВАБ в части сейсмических воздействий должны определяться кривые сейсмической опасности площадки АС и оценки их неопределенности и кривые зависимости вероятности повреждения систем
и элементов АС от интенсивности сейсмического воздействия.

Оценки сейсмической повреждаемости систем и элементов АС подкатегории сейсмостойкости Iа должны выполняться с учетом возможного проявления в районе площадки землетрясения, интенсивность и частота воздействия при котором превышает интенсивность и частоту воздействия, принятые в проекте АС.

1. Сейсмостойкость зданий и сооружений АС I и II категории сейсмостойкости должна соответствовать требованиям настоящих Правил
и Свода правил СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*», утвержденного приказом Минстроя России от 24 мая 2018 г. № 309/пр (далее – СП 14.13330.2018)[[3]](#footnote-3).

Сейсмостойкость зданий и сооружений АС III категории сейсмостойкости должна соответствовать требованиям СП 14.13330.2018.

1. Сейсмостойкость зданий, сооружений и их оснований, систем
и элементов должна обеспечиваться для всех сочетаний нагрузок, приведенных в приложении № 7 к настоящим Правилам.
2. При задании сочетаний нагрузок для систем и элементов АС (включая здания и сооружения) подкатегории сейсмостойкости Iа должны быть использованы воздействия интенсивностью, соответствующей ЗЗ.
3. Обоснование прочности элементов АС I и II категории сейсмостойкости, содержащих жидкие среды, а также их опорных конструкций должно выполняться с учетом гидродинамических сил, возникающих при колебаниях жидкости вследствие сейсмических нагрузок.
4. Сейсмостойкость элементов АС на стадии проектирования должна обосновываться расчетными и (или) экспериментальными методами.
5. При этом должна быть обоснована достоверность
и представительность используемой методики в части ее соответствия реальным условиям на энергоблоке АС.

При обосновании сейсмостойкости экспериментальными методами параметры испытательного режима по ускорению выбираются так, чтобы спектр ответа в точках закрепления систем и элементов в зданиях, сооружениях и их основаниях был не меньше расчетного спектра ответа в этих точках или поэтажного спектра для отметки установки систем и элементов в зданиях, сооружениях и на их основаниях.

Испытания систем и элементов в зданиях, сооружениях и на их основаниях проводятся при одновременном воздействии колебаний, эквивалентных сейсмическим, в трех взаимно ортогональных направлениях, либо в двух ортогональных направлениях (в каждом из горизонтальных
в сочетании с вертикальным). Испытания элементов АС проводятся при сочетании сейсмических и эксплуатационных нагрузок. При невозможности моделирования эксплуатационных нагрузок при испытаниях эти нагрузки должны быть учтены расчетным путем посредством суммирования напряжений, возникающих от сейсмических и эксплуатационных нагрузок.

1. Для электротехнического оборудования (включая кабельные трассы, опорные и конструктивные элементы) и элементов управляющих систем (включая контрольно-измерительные приборы и элементы систем связи, опорные и конструктивные элементы), отнесенных к I и II категориям сейсмостойкости, должно выполняться обоснование сейсмостойкости
с использованием экспериментальных и (или) расчетных методов. Выбранный метод должен отражать реальное функционирование элемента или конструкции, когда они подвергаются сейсмическим воздействиям. Аналогичное обоснование должно выполняться для оборудования элементов категории сейсмостойкости III в случаях, предусмотренных проектом АС.
2. При выполнении обоснования сейсмостойкости элементов АС (включая здания и сооружения) необходимо учитывать изменение свойств применяемых материалов (в том числе их деградацию вследствие старения), которые могут привести к снижению сейсмостойкости элементов АС.
3. На стадии проектирования и конструирования оборудования разработчиками проекта АС должна быть выработана методология сейсмической аттестации оборудования и конструкционных элементов, входящих в элементы и системы, важные для безопасности.
4. В проекте АС должна быть обеспечена достаточная гибкость подключенных электрических кабелей, чтобы учесть ожидаемые при сейсмических воздействиях смещения между элементами и их опорами.

Смежные панели, шкафы и стойки должны быть соединены друг
с другом или достаточно разделены, чтобы предотвратить их взаимное влияние друг на друга при сейсмических воздействиях (удары).

В проекте АС должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие отсутствие ложных сигналов во время сейсмических воздействий в системах контроля и управления.

1. Укрупненные группы электротехнического и контрольно-измерительного оборудования, средства автоматизации и связи, подлежащие сейсмической аттестации, а также сочетания нагрузок, на которые они должны быть рассчитаны, приведены в главе VII приложения № 7 к настоящим Правилам.

**V. Требования к обеспечению сейсмостойкости и сейсмической безопасности атомной станции при сооружении, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции и выводе из эксплуатации**

1. При сооружении и эксплуатации АС эксплуатирующая организация должна выполнять сейсмический мониторинг по программам, разработанным и включенным в проект АС для контроля природной среды с целью получения исходных данных для учета влияния изменения расчетных параметров сейсмических воздействий в результате реализации организационных и технических мер обеспечения безопасности.
2. Расчетные значения частот и форм собственных колебаний, параметров затухания строительных конструкций зданий и сооружений
I категории сейсмостойкости на площадках, для которых расчетное значение сейсмического ускорения уровня МРЗ выше 1,0 м/с2, по окончании сооружения АС и до ввода в эксплуатацию АС должны быть подтверждены результатами динамического мониторинга. Состав и объем работ по динамическому мониторингу должен быть установлен и обоснован в проекте АС. Результаты динамического мониторинга должны быть учтены при проведении анализов безопасности и приведены в ООБ АС.
3. Для обеспечения автоматического останова реактора при землетрясениях заданной в проекте АС интенсивности должна быть предусмотрена ССКЗ, состоящая из системы сейсмического контроля
и системы сейсмической защиты, связанная с системой аварийной защиты реактора АС.

ССКЗ должна обеспечивать:

определение (регистрацию) наличия и уровня сейсмического воздействия (или динамического воздействия аналогичного характера, например, вследствие взрывной ударной волны или падения самолета);

предотвращение ложного срабатывания систем автоматизированного останова (в том числе путем применения соответствующих программ для электронно-вычислительных машин, прошедших экспертизу в установленном порядке, выполняющих анализ комбинации сигналов для различных мест
и направлений (отфильтровывающих ложные сигналы)). В случае ложного срабатывания должна быть предусмотрена возможность определения причины ложного срабатывания, и должны быть приняты меры, предотвращающие повторение ложного срабатывания вследствие причин, вызывавших ложное срабатывание ранее;

автоматическую регистрацию сейсмических колебаний на фундаментной плите здания реактора и свободной поверхности грунта площадки АС;

формирование команды на СУЗ для останова реактора с выводом информации на блочный щит управления АС при землетрясениях, соответствующих ПЗ.

В проекте АС должны быть предусмотрены мероприятия после прохождения команды на СУЗ для останова реактора, которые должны учитывать возможные повреждения на площадке АС с учетом уровня зарегистрированного землетрясения.

1. Места установки датчиков ССКЗ, уровень сейсмического воздействия, при котором должна формироваться команда на останов реактора АС на СУЗ при землетрясении, соответствующем ПЗ, требования
к непрерывности регистрации и обеспечению возможности замены приборов должны быть определены и обоснованы в проекте АС и приведены в ООБ АС.
2. Для регистрации сейсмических колебаний при землетрясении должны быть установлены трехосные акселерометры в следующих местах ССКЗ:

не менее одного на свободной поверхности грунта площадки АС (для сейсмического контроля);

не менее трех на фундаментной плите реакторного здания, на отметке опирания защитной оболочки, в обстройке или межоболочечном пространстве (для системы защиты);

не менее двух на фундаментной плите и вышестоящей отметке в одном из сооружений, относящихся к I категории сейсмостойкости (для инженерной сейсмометрии).

1. Информация, получаемая с ССКЗ, должна регистрироваться
и храниться в соответствии с требованиями федеральных норм и правил
в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 522 (зарегистрирован Минюстом России
2 февраля 2016 г., регистрационный № 40939). Средства регистрации
и хранения информации должны быть защищены от несанкционированного доступа и сохранять работоспособность при НЭ и ННЭ, включая ПА и ЗПА.
2. При вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции и выводе АС из эксплуатации должен осуществляться контроль геодинамических, сейсмических и геотехнических условий размещения АС.
3. При эксплуатации АС должны соблюдаться разработанные
в проекте АС и реализованные при сооружении АС технические
и организационные меры обеспечения сейсмостойкости зданий, сооружений
и их оснований, систем и элементов АС.
4. При эксплуатации, реконструкции и выводе из эксплуатации АС должен выполняться сейсмический мониторинг по программам, разработанным и включенным в проект АС (проект вывода из эксплуатации блока АС).
5. При оценке безопасности блока АС должны учитываться результаты динамического мониторинга для контроля стабильности динамических параметров строительных конструкций в местах установки (опирания) и крепления оборудования I и II категории сейсмостойкости. Результаты динамического мониторинга должны приводиться в ООБ.
6. При выводе из эксплуатации блока АС должны выполняться технические и организационные меры обеспечения сейсмостойкости зданий, сооружений и их оснований, систем и элементов АС, предусмотренные
в проекте вывода из эксплуатации блока АС.
7. Сейсмостойкость АС должна подтверждаться и обосновываться при периодической оценке безопасности с учетом фактического состояния АС
и результатов мониторинговых наблюдений в районе размещения и на площадке АС. При изменении природных и геотехнических условий
в процессе сооружения и эксплуатации (или продлении срока эксплуатации) АС должны выполняться расчеты сейсмостойкости АС.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Перечень сокращений**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| АС | – | атомная станция |
| БПУ | – | блочный пункт управления |
| ВАБ | – | вероятностный анализ безопасности |
| ГО | – | герметичное ограждение |
| ДСР | – | детальное сейсмическое районирование |
| Зона ВОЗ | – | зона возникновения очагов землетрясений |
| ЗЗ | – | запроектное землетрясение |
| ЗПА | – | запроектная авария |
| МРЗ | – | максимальное расчетное землетрясение |
| MSK-64 | – | международная шкала интенсивности землетрясений (шкала Медведева – Шпонхоера – Карника) |
| НДС | – | напряженно-деформированное состояние |
| ННЭ | – | нарушение нормальной эксплуатации |
| НЭ | – | нормальная эксплуатация |
| ООБ | – | отчет по обоснованию безопасности |
| ОСР | – | общее сейсмическое районирование |
| ОСР-97 (2015) | – | комплект карт «Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации», утвержденный Российской Академией Наук в 1998 г., актуализированный с учетом комплекта карт ОСР-2015  |
| ПА | – | проектная авария |
| ПЗ | – | проектное землетрясение |
| РПУ | – | резервный пункт управления |
| СМР | – | сейсмическое микрорайонирование |
| ССКЗ | – | система сейсмометрического контроля и защиты |
| СУЗ | – | система управления и защиты |
| УОСР | – | уточнение общего сейсмического районирования |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Термины и определения**

**Акселерограмма** – график изменения величины ускорения колебаний от времени.

**Акселерограмма инструментальная (подобранная)** – акселерограмма, зарегистрированная на свободной поверхности грунта при реальном землетрясении и принятая для расчета на сейсмостойкость с учетом ее соответствия сейсмотектоническим и грунтовым условиям площадки АС.

**Акселерограмма землетрясения** – акселерограмма на свободной поверхности грунта при землетрясении.

**Акселерограмма поэтажная в базисной точке** – ответная акселерограмма, рассчитанная для конкретного узла конечно-элементной-модели сооружения на определенной высотной отметке.

**Акселерограмма поэтажная обобщенная** – акселерограмма, полученная синтезированием по соответствующему поэтажному спектру ответа.

**Акселерограмма синтезированная** – акселерограмма, полученная аналитическим путем на основе статистической обработки и анализа ряда акселерограмм и (или) спектров реальных землетрясений с учетом местных сейсмических условий.

**Безопасное расстояние** — наименьшее допустимое расстояние между площадкой АС и очагом землетрясения, необходимое для обеспечения безопасности АС.

**Ближний район (пункт) размещения АС –** территория, имеющая радиус охвата со значениями не менее 30 км от главного корпуса, реакторного отделения, здания реактора АС.

**Вероятность превышения в** **год** – средняя частота превышения определенного значения интенсивности (или ускорения нулевого периода) на площадке АЭС.

**Геодинамические условия –** положение АС относительно активных на неотектоническом, четвертичном и современном этапах геологического развития межблоковых границ (геодинамических зон), включающих тектонические нарушения различного ранга и активные разломы.

**Геотехнические условия** – совокупность инженерно-геологических, гидрогеологических, экологических условий, а также статических, динамических и прочих условий нагружения при строительстве, эксплуатации или реконструкции здания (сооружения).

**Граничная сейсмостойкость блока АС –** значение ускорения (в долях ускорения свободного падения *g* на свободной поверхности грунта, при котором оцененное среднее значение условной вероятности тяжелого повреждения активной зоны не превышает 1 %.

**Детальное сейсмическое районирование** – комплекс детальных камеральных и полевых геолого-геофизических, геодинамических, сейсмотектонических и сейсмологических исследований района и ближнего района (пункта) размещения АС, выполняемых в составе инженерных изысканий и исследований и ориентированных на решение проблемы безопасного размещения АС и определение сейсмических воздействий уровня ПЗ, МРЗ, ЗЗ.

**Динамический метод расчета** – вычисление параметров НДС
и кинематических параметров конструкций с учетом инерционных сил
и продолжительности воздействия.

**Динамический мониторинг** **–** систематическийконтроль динамических характеристик строительных конструкций, зданий
и сооружений, осуществляемый с целью принятия решения по условиям их дальнейшей эксплуатации.

**Динамические характеристики** ***–*** частоты, формы и параметры затухания собственных колебаний, амплитудно-частотные характеристики.

**Динамические характеристики** строительных конструкций – собственныечастоты (определяются по спектрам или амплитудно-частотным характеристикам); формы собственных колебаний, соответствующие выявленным собственнымчастотам (определяются путем фазового анализа записей колебаний в точках измерения); параметры затухания собственных колебаний (определяются по амплитудно-частотным характеристикам).

**Деформации грунта (первичные)** – нарушения грунта, связанные
с выходом очага землетрясения на свободную поверхность.

**Деформации грунта (вторичные)** – нарушения грунта, связанные
с прохождением сейсмических волн от очага землетрясения.

**Долговременная скорость деформации** – изменение степени деформации за геологический период к продолжительности этого периода.

**Запроектное землетрясение** – землетрясение максимальной интенсивности на площадке АС с вероятностью превышения 10-5 в год или повторяемостью один раз в 100 000 лет.

**Зона геодинамическая** – межблоковая граница земной коры, в пределах которой установлены дифференцированные тектонические движения земной коры, произошедшие в неоген-четвертичный и современный периоды геологического развития Земли.

**Кинематические параметры** – перемещения, скорости и ускорения рассчитываемых элементов или заданных на элементах точек.

**Колебание сейсмическое грунта** – расчетное сейсмическое воздействие в форме акселерограммы (записи ускорений), велосиграммы (записи скоростей) или сейсмограммы (записи перемещений) точек свободной поверхности грунтового основания при землетрясении.

**Кривая сейсмической опасности** **–** представленное на графике
и в табличном виде множество значений частот превышения сейсмических воздействий заданной интенсивности в зависимости от принятого параметра интенсивности сейсмического воздействия для различных уровней доверительной вероятности.

**Линейно-спектральный метод** – метод линейного статического расчета на сейсмические воздействия, заданные в виде баллов, пиковых ускорений и коэффициентов динамичности (максимальные сейсмические усилия и другие параметры динамической реакции конструкции определяют для каждой собственной формы колебаний с учетом соответствующего этой форме направления воздействия и коэффициента динамичности).

**Магнитуда землетрясения** – мера величины землетрясения, основанная в общем случае на оценках логарифма максимальной амплитуды колебаний грунта, соответствующего преобладающего периода, глубины очага и расстояния от эпицентра до пункта наблюдения.

**Магнитуда максимально возможная** – безразмерная величина, характеризующая физически возможный верхний предел энергии
в конкретных условиях формирования, масштабности процесса и проявления очага землетрясения.

**Максимальное расчетное землетрясение** – землетрясение максимальной интенсивности на площадке АС с вероятностью превышения 10-4 в год или повторяемостью один раз в 10 000 лет.

**Общее сейсмическое районирование** – выделение в масштабах страны территорий, однородных с точки зрения сейсмической опасности, для целей планирования развития регионов, размещения и проектирования объектов массового строительства, выполняемое в общем случае без проведения полевых работ и относящееся к грунтам второй категории по сейсмическим свойствам.

**Опасность сейсмическая** – уровень интенсивности сейсмического воздействия на площадке АС в зависимости от заданной частоты (повторяемости).

**Осциллятор линейный** – линейная система с одной степенью свободы, характеризуемая определенной частотой собственных колебаний
и затуханием.

**Параметры сейсмического режима** – среднемноголетние периоды повторяемости землетрясений разных магнитуд.

**Повторяемость** – обратная величина к вероятности превышения в год.

**Проектное землетрясение** – землетрясение максимальной интенсивности на площадке АС с вероятностью превышения 10-3 в год или повторяемостью один раз в 1 000 лет.

**Прямой динамический метод расчета** – вычисление НДС
и кинематических параметров конструкций путем интегрирования уравнений движения.

**Разлом активный** – тектонический разлом, по которому за последние 1 млн. лет (четвертичный период) произошло относительное перемещение примыкающих блоков на 0,5 м и более.

**Расчетные динамические физико-механические характеристики материалов** – характеристики материалов с учетом их динамического упрочнения при различных скоростях нагружения.

Расчетные сейсмические воздействия – набор параметров (балл, пиковое ускорение, коэффициенты динамичности, акселерограммы и спектры ответа), характеризующих сейсмические воздействия при ПЗ, МРЗ и ЗЗ и необходимых для расчетов сейсмостойкости АС.

Реалистичный подход к оценке сейсмической опасности – подход, применяющийся при оценке реалистичных (неконсервативных) исходных характеристик площадки АС для выполнения вероятностного анализа ЗПА при сейсмических воздействиях.

Режимные наблюдения – долговременные наблюдения за развитием техногенных и природных процессов и явлений в зоне взаимодействия оснований и сооружений.

Сейсмичность района (площадки) АС – интенсивность возможных сейсмических сотрясений в баллах по шкале MSK-64 в районе размещения АС и на площадке размещения АС при ПЗ, МРЗ, ЗЗ, установленных согласно картам ОСР и сейсмологическим исследованиям для средних грунтовых условий и свободной поверхности.

Сейсмологические исследования – комплекс работ по УОСР, ДСР района и ближнего района (пункта), СМР площадки для обоснования безопасного размещения АС и получения кривых сейсмической опасности от зон ВОЗ и определение параметров сейсмических воздействий ПЗ, МРЗ и ЗЗ для выполнения детерминистического и вероятностного анализов безопасности АС.

**Сейсмическое микрорайонирование** – оценка влияния локальных грунтовых условий и рельефа на параметры сейсмических воздействий.

1. **Сейсмический мониторинг территории** – комплекс работ, направленный на регистрацию, обработку и анализ сейсмических сигналов естественного и техногенного происхождения.
2. Сейсмическая повреждаемость элемента (сооружения, оборудования или их составной части) при сейсмическом воздействии заданной интенсивности – условная вероятность отказа элемента при достижении на свободной поверхности грунта заданного уровня интенсивности сейсмического воздействия. Уровень сейсмического воздействия может быть задан спектром ответа этого воздействия на свободной поверхности площадки.

Сейсмограмма – непрерывная запись (с помощью сейсмографов) перемещений поверхности Земли, вызванных землетрясением или взрывом.

**Сейсмостойкость АС** – свойство зданий, сооружений, систем
и элементов АС сохранять при землетрясении способность выполнять заданные функции в соответствии с проектом АС или сохранять свою целостность в объеме, предусмотренном проектом АС.

**Скорость деформации** – изменение степени деформации в единицу времени (*V* = Δε/Δ*t*).

Спектр коэффициентов динамичности – безразмерный спектр, полученный делением значений спектра ответа на максимальное ускорение колебания грунта или отметки, для которой построен спектр.

Спектр ответа в ускорениях – совокупность (распределение) спектральных ускорений одномерных осцилляторов (линейно-упругих диссипативных систем с одной степенью свободы) в зависимости от собственных частот (периодов) колебаний.

Спектральное ускорение – максимальное по модулю абсолютное ускорение одномерного осциллятора при воздействии, заданном акселерограммой.

**Спектр отклика по перемещениям (или спектр перемещений)** **–** зависимость максимальных значений модулей относительных перемещений линейных осцилляторов от собственных частот и параметров демпфирования при вынужденных колебаниях, вызванных сейсмическими колебаниями основания.

**Спектр отклика поэтажный** − спектр отклика, вычисленный на отметке сооружения.

**Спектр отклика по скоростям (или спектр скоростей)** **–** зависимость максимальных значений модулей относительных скоростей линейных осцилляторов от собственных частот и параметров демпфирования при вынужденных колебаниях, вызванных сейсмическими колебаниями основания.

**Типовой (базовый) проект** – проект, который может быть применен для большого числа разнообразных объектов и использован для реализации многими исполнителями в различных условиях.

**Ускорение нулевого периода** – значение спектра ускорений при собственной частоте осциллятора выше некоторой частоты (называемой частотой ускорения нулевого периода), равное максимальному по модулю значению исходной акселерограммы.

Уточнение ОСР – оценка возможности проявления в региональных зонах ВОЗ предельных землетрясений, не учитываемых при ОСР.

Частота ускорения нулевого периода − собственная частота осциллятора, выше которой спектр ускорений имеет постоянные значения, не зависящие от частоты и параметра затухания осциллятора.

Эталонный грунт – грунт, определяемый в результате СМР и по которому определяются сейсмические воздействия при ПЗ, МРЗ и ЗЗ для площадки АС.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к базе данных, формируемой на этапе выбора площадки для размещения атомной станции**

1. Цель создания базы данных − детализация и уточнение результатов ОСР района размещения АС для обоснования достаточности исходных данных для разработки организационных и технических решений, позволяющих ослабить возможные последствия колебаний грунта при землетрясении, связанных с остаточным смещением грунта, включая разрывообразование, просадки, разрушение грунта или криповые перемещения по разлому.

База данных должна включать геофизическую, геотехническую
и сейсмологическую информацию и любые другие сведения, необходимые для оценки сейсмических воздействий, разрывообразования и геологических опасностей на площадке, касающиеся всех видов опасности, связанной
с землетрясениями любого генезиса.

Собранная база данных должна быть единообразной по всему региону
и достаточно полной для описания сейсмотектонических характеристик территории других государств или территории акваторий, прилегающих
к площадке АС и важных для оценки всех видов опасности, связанной
с землетрясениями.

Источником создания базы данных являются инженерные изыскания
и исследования по выбору площадки, которые должны проводиться как минимум на четырех масштабных уровнях: региональном (ОСР или УОСР), детальном (ДСР), ближнем региональном (уточнение геодинамических
и сейсмотектонических условий) и территории площадки (СМР)
с нарастающей степенью детализации исследований, данных и информации на каждом уровне.

Степень детализации информации определяется масштабом исследования. Первые три уровня исследований и изысканий должны обеспечивать все более и более подробные геологические и геофизические данные и информацию. Исследование территории площадки ориентировано на создание геотехнической базы данных. Вся информация должна храниться в одинаковых системах координат в целях упрощения сравнения и интеграции данных.

1. Для внутриплитных тектонических режимов должно особое внимание уделяться сбору сейсмологических данных за более продолжительный период наблюдений по сейсмическим источникам, находящимся за пределами стандартных границ района размещения АС.
В прибрежных районах (в акваториях) масштаб исследований должен быть достаточным для того, чтобы можно было полностью проанализировать тектонические и геодинамические характеристики района и компенсировать любое отсутствие или недостаток сейсмологических данных.

Геолого-геофизическая, геодинамическая, сейсмологическая, сейсмотектоническая и геотехническая информация должны быть скомпонованы в последовательную, комплексную и всестороннюю базу данных, которая будет использоваться для оценки и решения вопросов, касающихся всех видов опасности, связанной с землетрясениями, на всех этапах жизненного цикла АС, с учетом ее постоянного пополнения по результатам мониторинговых наблюдений, сбора и анализа новых данных, появляющихся в процессе сооружения, эксплуатации и вывода АС из эксплуатации.

В любых сейсмотектонических условиях оценки опасностей, связанных с землетрясениями, для новых и действующих ядерных установок АС, должны выполняться инженерные изыскания и исследования с учетом требований по определению:

магнитуды и частоты максимальных землетрясений, параметров сейсмического режима для района размещения АС и зон ВОЗ, значимых для оценки сейсмической опасности АС;

затухания интенсивности (балл, ускорение) с удалением от очага землетрясения до площадки АС в районе размещения АС;

спектральных характеристик грунтов площадки размещения АС;

параметров сейсмических воздействий уровня ПЗ, МРЗ, ЗЗ для проведения детерминистического анализа безопасности внешних воздействий;

кривых сейсмической опасности и спектров ответа сейсмических воздействий, необходимых для проведения ВАБ внешних воздействий;

опасности, обусловленной колебаниями грунта, с целью определения сейсмических воздействий для проектных основ и других актуальных параметров, как для новых, так и для существующих ядерных установок;

возможности подвижек по разломам, величины и скорости их смещения, которые могут повлиять на пригодность площадки и безопасность эксплуатации установки, размещенной на этой площадке;

достаточности включенных в проект технических решений, позволяющих ослабить возможные последствия колебаний грунта при землетрясении, связанных с остаточным смещением грунта, включая разрывообразование, просадки, разрушение грунта или криповые перемещения по разлому, в противном случае площадка должна быть отклонена.

1. База данных должна содержать:

1) результаты актуализации базы данных ОСР, а также оценки
и обоснование:

возможности реализации в региональных зонах ВОЗ ЗЗ, не учитываемых при ОСР;

магнитуды и частоты максимальных землетрясений в региональных зонах ВОЗ;

параметров сейсмического режима, расчетной глубины, минимального удаления региональных зон ВОЗ от площадки АС;

безопасного расстояния с учетом возможности реализации
в региональных зонах ВОЗ ЗЗ, интенсивность и частота которого могут превышать оценки, принятые при ОСР;

параметров (интенсивность, спектральный состав) ПЗ, МРЗ и ЗЗ для средних грунтов площадки размещения АС и их неопределенности при удаленных (транзитных) очагах землетрясений с использованием детерминистического и вероятностного методов оценки сейсмической опасности с учетом возможности проявления редких катастрофических землетрясений, не учитываемых при разработке ОСР, на основе геодинамических и сейсмотектонических данных;

каталог инструментальных, исторических и доисторических землетрясений (включая палеоземлетрясения) региона размещения АС;

региональные зависимости затухания интенсивности сейсмических воздействий с удалением от очагов землетрясений;

2) результаты ДСР района размещения АС:

карту-схему ДСР района размещения АС (*М* 1:500 000) с указанием положения геодинамических зон, включая активные разломы, очагов землетрясений, потенциальных зон ВОЗ и необходимых разрезов;

оценки параметров ПЗ, МРЗ и ЗЗ для средних грунтов площадки размещения АС с использованием детерминистического и вероятностного методов оценки сейсмической опасности площадки;

в условиях отсутствия достоверных и статистически представительных сейсмологических данных для определения параметров ПЗ, МРЗ и ЗЗ могут быть использованы альтернативные оценки параметров сейсмического режима на основе геодинамических и сейсмотектонических данных по району размещения АС;

пояснительную записку (отчет), в которой должны быть приведены характеристики геодинамических зон, включая активные разломы, потенциальных зон ВОЗ: максимальная протяженность, ширина, максимальная и минимальная долговременные скорости тектонической деформации, магнитуда и частота максимального землетрясения, параметры сейсмического режима, минимальное удаление от площадки АС, безопасное расстояние, оценки параметров (интенсивность, спектральный состав) ПЗ, МРЗ и ЗЗ для средних грунтов площадки размещения АС и их неопределенности;

каталог инструментальных, исторических и доисторических землетрясений (включая палеоземлетрясения) в районе размещения АС;

каталог землетрясений, микроземлетрясений и взрывов по данным режимных и мониторинговых наблюдений в районе размещения АС;

характеристики затухания интенсивности сейсмических воздействий
с удалением от очагов землетрясений;

3) результаты уточнения геодинамических и сейсмотектонических условий ближнего района (пункта) размещения АС:

карту-схему геодинамических и сейсмотектонических условий ближнего района (пункта) размещения АС (*М* 1:50 000) с указанием положения геодинамических зон, включая активные разломы, очагов землетрясений и потенциальных зон ВОЗ и необходимых разрезов;

пояснительную записку (отчет), в которой должны быть приведены характеристики геодинамических зон, активных разломов и потенциальных зон ВОЗ: максимальная протяженность, ширина, максимальная
и минимальная долговременные скорости тектонической деформации, магнитуда и частота максимального землетрясения, параметры сейсмического режима, минимальное удаление от площадки АС, безопасное расстояние, средние оценки и стандартные отклонения параметров (интенсивность, спектральный состав) уровня ПЗ, МРЗ и ЗЗ для средних грунтов площадки размещения АС и их неопределенности);

результаты анализа сейсмичности площадки, выполненного для других блоков АС, расположенных на рассматриваемой площадке (при наличии
и обосновании достоверности результатов анализа);

результаты режимных и мониторинговых сейсмологических наблюдений в районе размещения АС, проводимых в составе комплексных инженерных изысканий к обоснованию выбора площадки и разработке проекта АС;

каталог инструментальных и исторических землетрясений, включая палеоземлетрясения и микроземлетрясения;

характеристики затухания интенсивности сейсмических воздействий
с удалением от очагов землетрясений;

4) результаты СМР площадки:

карты-схемы СМР площадки АС для естественных и техногенно измененных условий в приращениях интенсивности относительно средних грунтовых условий;

пояснительную записку (отчет), в которой должны быть приведены:

сейсмогеологическая модель площадки АС с указанием ее неопределенности;

частотные характеристики грунтовой толщи площадки АС;

сейсмичность площадки АС и параметры сейсмических воздействий уровня ПЗ, МРЗ и ЗЗ для конкретных условий размещения АС;

кривые сейсмической опасности для квантилей спектральных ускорений различных периодов колебаний вплоть до нулевого периода и оценки их неопределенности, принятые с учетом значимых для оценки сейсмической опасности зон ВОЗ;

отношения *а*г/*а*в, где *а*г – максимальное горизонтальное
и *а*в – максимальное вертикальное ускорение колебаний грунта на свободной поверхности площадки АС;

прогнозные оценки возможного изменения условий размещения АС
в процессе сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС.

В период эксплуатации атомной электростанции (например, в связи
с периодической оценкой безопасности, или в формате вероятностной оценки сейсмической опасности площадки в рамках сейсмического ВАБ) должна быть актуализирована комплексная база данных для периода времени
с момента последнего сбора данных до текущего момента, и в нее должны быть включены результаты последних научных исследований, и проведен анализ сейсмической опасности площадки.

1. В проекте АС должны быть представлены и обоснованы:

размещение площадки АС в пределах тектонического блока, ненарушенного геодинамическими зонами, включая активные разломы;

отсутствие на площадке АС первичных деформаций грунтов при землетрясениях до ЗЗ включительно;

динамическая устойчивость грунтов основания АС при землетрясениях до ЗЗ включительно;

оценки неопределенности результатов ДСР района и ближнего района (пункта) размещения АС и СМР площадки АС;

параметры сейсмических воздействий ПЗ, МРЗ, ЗЗ, включая интенсивность в баллах, значения максимального горизонтального ускорения, скорости, перемещения в трех пространственных измерениях, длительность сейсмических колебаний, коэффициенты динамичности, спектры ответа
и акселерограммы для естественных грунтовых условий и техногенно измененных условий площадки АС при характерных типах сейсмических воздействий и оценки их неопределенности;

параметры сейсмических воздействий с интенсивностью, превышающей ЗЗ, в объеме, необходимом для обоснования выполнения целевых ориентиров безопасности, обоснования отсутствия порогового эффекта и обоснования мер по управлению авариями, вызванными такими воздействиями;

кривые сейсмической опасности для квантилей спектральных ускорений различных периодов колебаний вплоть до нулевого периода от значимых для оценки сейсмической опасности зон ВОЗ.

1. При размещении АС необходимо учитывать:

результаты детерминистического и (или) вероятностного анализа сейсмичности площадки АС по материалам детальных изысканий
и исследований района размещения АС и площадки размещения АС, полученных согласно требованиям главы III настоящих Правил, с учетом приложения № 4 и приложения № 5 к настоящим Правилам;

результаты анализа сейсмичности площадки, выполненного для других блоков АС, расположенных на рассматриваемой площадке (при наличии
и обосновании достоверности результатов анализа);

результаты режимных сейсмологических наблюдений в районе размещения АС в составе комплексных инженерных изысканий
к обоснованию выбора площадки и разработке проекта АС.

1. Стандартные параметры сейсмических воздействий должны быть приняты согласно приложению № 6 к настоящим Правилам с учетом конкретных естественных и техногенно измененных грунтовых условий площадки АС (требования к учету грунтовых условий при определении сейсмичности площадки АС приведены в приложении № 5 к настоящим Правилам).
2. Размещение АС типового (базового) проекта на конкретной площадке должно осуществляться с учетом результатов ВАБ АС для сейсмических воздействий на основе результатов ВАБ АС, выполненного
с учетом кривых сейсмической опасности для площадки АС.

При размещении типового (базового) проекта АС площадка предварительно признается пригодной для размещения по сейсмическим условиям, если сейсмичность площадки АС (балл, пиковое ускорение
и коэффициенты динамичности) меньше либо соответствует стандартным сейсмическим воздействиям, учитываемым при разработке типового проекта АС.

1. Объем сейсмологической информации, представляемой при размещении АС, должен соответствовать требованиям к объему работ по уточнению геодинамических и сейсмических условий размещения площадки АС (приложение № 4 настоящих Правил), а также соответствовать положениям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Площадка атомной станции. Требования безопасности»
(НП-032-19), утвержденных приказом Ростехнадзора от 19 июля 2019 г. № 287 (зарегистрирован Минюстом России 2 декабря 2019 г., регистрационный № 56661).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к составу и объему работ по установлению геодинамических и сейсмических условий размещения площадки атомной станции**

I. Цель работ:

1. Обоснование безопасного размещения площадки АС в пределах тектонического блока, ненарушенного активными разломами
и геодинамическими зонами; определение исходных данных для сейсмостойкого проектирования, включая параметры ПЗ, МРЗ и ЗЗ, выраженные в терминах баллов макросейсмической шкалы MSK-64, пиковых ускорений, коэффициентов динамичности, а также спектров ответа
и соответствующих им трехкомпонентных акселерограмм для конкретных условий площадки размещения АС; контроль стабильности принятых
в проекте АС параметров сейсмического режима и параметров сейсмических воздействий при сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации АС.

II. Основные задачи

2. Выявление и определение параметров (характеристик) сейсмоактивных и тектонически активных разломов и геодинамических зон (линейных зон ВОЗ), сейсмоактивных структур и областей рассеянной сейсмичности (площадных зон ВОЗ – доменов), зон возникновения экзогенных землетрясений, вызванных оползнями и обвалами, карстовыми
и термокарстовыми провалами, морозобойными явлениями и техногенными факторами.

3. Уточнение положения и параметров зон ВОЗ (максимальная магнитуда (*Ммах*), глубина очагов, повторяемость землетрясений разных магнитуд) и оценка параметров сейсмического режима района и обоснования безопасного расстояния от зоны ВОЗ до площадки АС.

4. Обоснование размещения площадки АС в пределах однородного целикового блока земной коры, ненарушенного активными разломами
и геодинамическими зонами – потенциальными зонами ВОЗ.

5. Оценка возможности возникновения и параметров первичных деформаций поверхности земли при землетрясениях до ЗЗ включительно.

6. Определение динамических свойств пород (грунтов) площадки до глубины 100 м.

7. Оценка и учет влияния инженерно-геологических
и гидрогеологических условий площадки на интенсивность сотрясений, спектральный состав и другие характеристики сейсмических колебаний грунта при землетрясениях.

8. Определение параметров проектной основы – средних значений
и стандартных отклонений параметров сейсмических воздействий уровня ПЗ, МРЗ и ЗЗ для естественных и техногенно измененных условий площадки размещения АС.

9. Контроль стабильности параметров проектной основы при сооружении и эксплуатации АС.

III. Состав исследований

10. Сейсмологические исследования для обоснования выбора района
и ближнего района размещения АС и площадки АС включают четыре уровня детальности исследований: УОСР региона, ДСР района размещения АС, детальное уточнение геодинамических и сейсмотектонических условий ближнего района (пункта) размещения АС, СМР площадки АС.

11. Сейсмичность района размещения АС определяется по результатам УОСР, ДСР, СМР с использованием детерминистических и вероятностных методов оценки сейсмической опасности площадки с учетом неопределенности информации на различных уровнях детальности исследований.

12. УОСР выполняется на основе ОСР территории Российской Федерации и имеющихся фондовых материалов в масштабе 1:2 500 000 для оценки:

возможности реализации в региональных зонах ВОЗ сильнейших ЗЗ, не учитываемых при ОСР;

максимальной магнитуды, параметров сейсмического режима, расчетной глубины, минимального удаления от площадки АС, безопасного расстояния с учетом возможности реализации в региональных зонах ВОЗ ЗЗ, интенсивность и частота которого не рассматривались при разработке ОСР;

параметров (интенсивность, спектральный состав) ПЗ, МРЗ и ЗЗ для средних грунтов площадки размещения АС и их неопределенности при удаленных (транзитных) очагах землетрясений с использованием детерминистического и вероятностного методов оценки сейсмической опасности и учетом возможности проявления редких катастрофических землетрясений, не учитываемых при разработке ОСР.

13. ДСР района размещения АС в масштабе 1:500 000 в радиусе до 300 км от площадки АС выполняется по литературным и фондовым материалам, результатам рекогносцировочных и полевых работ и включает:

анализ фондовых материалов по геологическому строению, новейшей тектонике, геофизическим полям, сейсмичности, рельефу района размещения (карты масштаба 1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000 и соответствующие разрезы);

обоснование размещения альтернативных площадок АС в пределах целиковых блоков земной коры, не нарушенных региональными, активными разломами протяженностью 30 км и более;

дешифрирование аэрофото- и космоснимков, полевые геолого-геоморфологические работы и морфометрический анализ территории для уточнения материалов и структурно-тектонических карт, в первую очередь, по новейшей, четвертичной и современной тектонике, выделения геодинамических зон, зон ползучести (крипа), активных разломов, сейсмодислокаций и обследование ключевых участков этих зон;

составление и уточнение карт тектонически активных структур, активных разломов и геодинамических зон района размещения АС с учетом сейсмичности;

рекогносцировку на местности с целью привязки данных геологии, геоморфологии, геофизики, сейсмологии, сведений о грунтах к конкретным условиям;

высокочувствительные локальные режимные сейсмологические наблюдения для уточнения сейсмических условий района, ближнего района для обоснования выбора площадки и определения параметров сейсмических воздействий для разработки проекта АС;

высокочувствительные мониторинговые сейсмологические наблюдения для контроля стабильности сейсмических условий площадки АС и параметров сейсмического режима при сооружении, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС. В условиях слабоактивной платформенной территории локальные сейсмологические наблюдения должны обеспечивать более высокую чувствительность, по сравнению с чувствительностью региональных и (или) федеральных сетей сейсмологических наблюдений;

составление каталога инструментально зарегистрированных, исторических и доисторических землетрясений, включая палеозмелетрясения и микроземлетрясения в районе размещения АС;

построение карты эпицентров землетрясений и разрезов, отражающих распределение очагов землетрясений по глубине;

уточнение региональных и локальных законов спадания интенсивности сотрясений вкрест и вдоль сейсмогенных структур, а также по площади;

составление уточненных и дополненных каталогов зарегистрированных землетрясений и определение эмпирических функций затухания сейсмических колебаний с расстоянием по результатам инструментальных сейсмологических наблюдений;

анализ распределения землетрясений и микроземлетрясений в пределах тектонических структур и геодинамических зон;

выделение и определение характеристик зон ВОЗ и параметров их сейсмического режима на основе сейсмологических, геодинамических
и сейсмотектонических данных для контроля стабильности сейсмического
и геодинамического процессов;

составление для района размещения АС схемы зон ВОЗ и определение для них магнитуды *Ммах*, параметров сейсмического режима, минимального удаления от АС с оценкой их неопределенности;

расчеты интенсивности сотрясений при ПЗ, МРЗ и ЗЗ на площадках АС для грунтов II категории по сейсмическим свойствам и различных типов очагов землетрясений с учетом приложения № 6 к настоящим Правилам.

14. Уточнение геодинамических и сейсмотектонических условий ближнего района (пункта) размещения АС в масштабе 1:50 000
в радиусе до 30 км от АС должно включать:

а) анализ имеющихся данных:

топографических планов, геофизических, геодинамических, гидрогеологических и инженерно-геологических карт масштаба 1:50 000 – 1:10 000 и мельче и соответствующих разрезов;

сводных геолого-литологических разрезов;

сведений о физико-механических свойствах пород и грунтов;

б) исследование геодинамических зон, включая активные разломы, определение геологических критериев сейсмичности: порядок структуры, ее максимальная протяженность, ширина, амплитуда относительных движений смежных блоков земной коры, период последней активизации, степень динамической активности (долговременная скорость деформации земной коры) и параметры потенциальной сейсмической опасности;

в) составление разномасштабных дискретно-иерархических блоковых моделей земной коры района и ближнего района размещения АС с учетом ближайших региональных зон ВОЗ;

г) составление карт-схем геодинамических зон, включая активные разломы, определение положения и характеристик ближайших зон ВОЗ, включая максимальную протяженность, минимальную и максимальную долговременную скорость деформации, минимальное удаление от площадки АС и безопасное расстояние от зон ВОЗ до площадки АС.

15. При размещении площадки в зоне влияния регионального глубинного разлома может потребоваться более детальное обоснование размещения АС в пределах целикового тектонического блока, включая:

проведение детальных геолого-геофизических исследований для уточнения параметров неоднородностей и разрывных нарушений
и оконтуривания целиковых блоков земной коры, ненарушенных активными разломами и геодинамическими зонами;

обоснование размещения площадки (альтернативных площадок) АС
в пределах целикового блока земной коры, ненарушенного геодинамическими зонами и активными разломами протяженностью 3 км и более;

уточнение распределения скорости распространения сейсмических волн до глубины 100 м на территории площадки АС, а также положения кровли кристаллического фундамента;

послойное определение на глубину до 100 м упругих характеристик грунтов (пород) площадки АС (мощность, плотность, скорость распространения продольных и поперечных сейсмических волн, модуль сдвига и коэффициент затухания колебаний) и деградационных кривых грунтовых слоев неупругих свойств (зависимость затухания и модуля сдвига от поперечной деформации) грунтов;

определение сейсмических свойств конкретных грунтов площадки размещения АС;

инструментальную регистрацию местных землетрясений
и микроземлетрясений в районе размещения АС и на площадке размещения АС;

изучение спектрального состава колебаний при землетрясениях, определение частотной характеристики грунтов площадки размещения АС;

определение положения и параметров локальных зон ВОЗ и оценка параметров сейсмических воздействий уровня ПЗ, МРЗ и ЗЗ для конкретных грунтовых условий и свободной поверхности площадки размещения АС
с указанием категории грунта по сейсмическим свойствам согласно приложению № 5 настоящих Правил;

разработку обобщенных спектров ответа заданной вероятности непревышения и исходного набора аналоговых и (или) синтезированных акселерограмм ПЗ, МРЗ и ЗЗ для конкретных грунтовых условий и свободной поверхности площадки размещения АС согласно приложению № 5 настоящих Правил. При подборе инструментальных акселерограмм следует учитывать, что акселерограмма землетрясения должна быть получена на дневной поверхности в стороне от зданий и сооружений, а также в шурфе глубиной до 1 м или на фундаменте невысокого здания (до четырех этажей) без подвала.

16. Сейсмическое микрорайонирование площадок АС с учетом конкретных грунтовых условий должно включать:

а) инженерно-геологическую основу СМР и результаты инструментальных и (или) расчетных методов СМР:

уточнение тектонического строения площадки АС и обоснование размещения площадки АС в пределах целикового геодинамически устойчивого блока земной коры, ненарушенного активными разломами
и геодинамическими зонами, по результатам использования метода инженерно-геологических аналогий при СМР;

СМР площадки АС инструментальными методами регистрации колебаний при микросейсмах и колебаний, возбужденных землетрясениями, взрывами и невзрывными источниками;

СМР площадки АС методом сейсмических жесткостей;

б) построение карт-схем СМР площадки АС:

в изолиниях приращений сейсмической интенсивности;

в изолиниях сейсмической интенсивности при ПЗ, МРЗ и ЗЗ;

в изолиниях ожидаемых ускорений колебаний при ПЗ, МРЗ и ЗЗ.

в) набор расчетных акселерограмм должен быть получен для конкретных грунтовых условий и свободной поверхности площадки с учетом результатов УОСР территории Российской Федерации, ДСР района, уточнения сейсмотектонических и геодинамических условий ближнего района размещения АС и СМР площадки АС;

г) составление пояснительных записок к результатам СМР площадки АС.

17. Прогноз характеристик грунтов (пород) и сейсмичности площадки АС с учетом проектных проработок в части изменения естественных условий в период строительства и эксплуатации АС включает:

прогноз свойств грунтов (пород) в основаниях зданий и сооружений на площадке АС в техногенно измененных условиях на глубину до 100 м (послойно): мощность, плотность, скорость распространения продольных
и поперечных сейсмических волн; модуль сдвига (модуль поперечной упругости), модуль продольной деформации, коэффициент демпфирования (гистерезисный), коэффициент Пуассона;

прогноз характеристик колебаний при ПЗ, МРЗ и ЗЗ в основаниях зданий и сооружений АС с учетом их заглубления и изменения свойств грунтов и параметров среды, проектных решений и инженерных мероприятий во время строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС;

выполнение программпо сейсмическому, геотехническому
и геодинамическому мониторингу природной среды в процессе строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС.

18. При подготовке пояснительных записок особое внимание должно быть уделено:

а) описанию:

новейшей, четвертичной и современной тектоники, сейсмотектоники, сейсмичности района;

рельефа, геоморфологии, тектонического строения, гидрогеологии
и сейсмичности площадки АС;

состава, состояния и свойств грунтов и массивов пород в основании зданий и сооружений;

опасных геологических процессов и явлений;

б) отображению на картах:

новейшей, четвертичной и современной тектоники, сейсмотектоники, сейсмичности района размещения АС;

инженерно-геологического районирования и СМР площадки АС;

гидрогеологических условий площадки АС;

в) отображению на инженерно-геологических и геосейсмических разрезах до глубины порядка 100 м:

всех слоев (инженерно-геологических элементов), которые могут оказать влияние на сейсмические воздействия и на несущую способность оснований зданий и сооружений;

нормативных характеристик и физико-механических свойств грунтов
в естественном и водонасыщенном состояниях, для многолетнемерзлых грунтов − в естественном и талом состояниях;

линз и прослоев слабых, динамически неустойчивых грунтов;

г) выделению на картах инженерно-геологического районирования площадки АС участков возможных оседаний поверхности, разжижения грунтов и снижения несущей способности оснований под воздействием неблагоприятных факторов (подтопления, осушения, изменения влажности, замерзания и растепления грунтов), а также их сочетаний с воздействиями землетрясений и сейсмики взрывов, статических и динамических нагрузок;

д) указанию на гидрогеологических картах для двух-трех водоносных горизонтов от поверхности земли глубины уровня подземных (грунтовых) вод и сезонные вариации уровней, направления и скорости потока, коэффициентов фильтрации в различных слоях и других инженерно-геологических элементах;

е) выделению на картах и разрезах площадок АС, сложенных скальными грунтами, ослабленных зон (зон повышенной трещиноватости, зон тектонических нарушений) и ненарушенных блоков массива и оценке возможных негативных проявлений опасных геологических процессов (карст, суффозия, оползни) с учетом возможных геотехногенных изменений свойств грунтов (например, растепления мерзлых грунтов);

ж) оценке возможных кренов и смещений (оседаний, поднятий, горизонтальных подвижек) за весь период эксплуатации АС.

19. Отчет об оценке сейсмичности площадки АС должен содержать:

сводный каталог землетрясений района;

карту-схему зон ВОЗ района масштаба 1:500 000;

схему геодинамических и сейсмотектонических условий ближнего района (пункта) размещения АС и площадки АС масштаба 1:50 000;

обоснование размещения площадки АС в пределах целикового блока земной коры, ненарушенного активными разломами и геодинамическими зонами;

карту СМР площадки АС масштаба 1:5 000;

параметры ПЗ, МРЗ и ЗЗ для свободной поверхности конкретных грунтовых условий площадки АС;

значения ускорений свободной поверхности грунта, медианное значение (50-процентной вероятности непревышения) для ЗЗ; среднее значение – для МРЗ и ПЗ;

обобщенные спектры ответа и набор расчетных акселерограмм для конкретных грунтовых условий площадки АС для уровня ПЗ, МРЗ и ЗЗ
и соответствующие им комплекты трехкомпонентных синтезированных акселерограмм для конкретных грунтовых условий площадки АС для уровня ПЗ, МРЗ и ЗЗ в цифровом и графическом видах;

прогноз характеристик грунтов (пород) и сейсмичности площадки АС
с учетом проектных проработок и изменения естественных условий в период строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС;

обоснование динамической устойчивости грунтов при землетрясениях до ЗЗ включительно;

контроль стабильности состояния и свойств геологической среды
в период строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС.

IV. Мониторинг природной среды

20. Контроль стабильности состояния и свойств геологической среды
в период сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации АС:

контроль сейсмического режима района размещения АС и контроль стабильности проектных параметров сейсмических воздействий на основе исторических и региональных инструментальных данных о землетрясениях,
а также результатов локальных мониторинговых сейсмологических наблюдений при сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации АС;

контроль состояния физических свойств грунтов и гидрогеологических условий в основании зданий и сооружений АС;

контроль состояния геодинамических условий размещения площадки АС геодезическими методами;

разработка рекомендаций по учету изменения состояния и свойств геологической среды при сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации АС.

21. Сейсмический, геодинамический и геотехнический мониторинг устойчивости состояния и свойств геологической среды во времени на всех этапах жизненного цикла АС включает:

а) обобщение и анализ геодинамических, сейсмологических, гидрогеологических и геотехнических изысканий и исследований в период изысканий по выбору площадки для получения лицензии на размещение, сооружение, ввод в эксплуатацию, реконструкцию, продление срока эксплуатации и вывод из эксплуатации АС для определения:

фоновых параметров природной среды (параметры среды, установленные на момент начала эксплуатации объекта);

необходимой плотности сети сейсмических и геофизических станций;

оптимального по уровню фона помех места расположения сейсмических и геофизических станций, параметрических скважин и реперов;

частоты опроса аппаратуры (периодичности измерения параметров среды);

б) разработку программы мониторинговых наблюдений для контроля стабильности состояния и свойств геологической среды;

в) организацию и проведение наблюдений по программе контроля сейсмических, геодинамических и геотехнических условий на основе мониторинговых наблюдений стабильности состояния и свойств геологической среды в период строительства и эксплуатации АС;

г) накопление временных рядов контролируемыхпараметров в районе размещения АС и на площадке АС в период строительства, эксплуатации
и вывода из эксплуатации АС и их анализ для контроля стабильности параметров геодинамического и сейсмического режима и геотехнических условий во времени.

V. Отчетные материалы

22. В составе сводного отчета должна быть приведена:

информация о сейсмичности района размещения АС согласно УОСР территории Российской Федерации, пояснительная записка с характеристикой удаленных зон ВОЗ, включающая оценку интенсивности сотрясений на площадке при ПЗ, МРЗ и ЗЗ для грунтов II категории по сейсмическим свойствам с оценкой неопределенности результатов;

карта-схема ДСР района размещения АС с выделенными зонами ВОЗ
и участками возможного проявления первичных и вторичных остаточных деформаций грунта, целиковыми блоками земной коры, ненарушенными активными разломами и геодинамическими зонами и благоприятными для безопасного размещения площадки АС;

пояснительная записка к карте-схеме ДСР района размещения АС, включающая критерии выделения зон ВОЗ, критерии и методы оценки *Ммах*
и параметров сейсмического режима зон ВОЗ, характеристики спадания интенсивностис удалением от зон ВОЗ до площадки АС и параметры сейсмических воздействий ПЗ, МРЗ, ЗЗ для грунтов II категории по сейсмическим свойствам с оценкой неопределенности результатов;

карта-схема геодинамических зон, включая активные разломы, ближнего района (пункта) размещения АС и пояснительная записка к ним, включающая характеристики локальных зон ВОЗ и обосновывающая размещение площадки АС в пределах целикового блока земной коры, ненарушенного активными разломами и геодинамическими зонами, а также параметры ПЗ, МРЗ и ЗЗ от локальных зон ВОЗ для грунтов II категории по сейсмическим свойствам с оценкой неопределенности результатов;

карты-схемы СМР площадки АС для естественных и техногенно измененных условий и пояснительная записка к ним, содержащая сведения
о скоростных разрезах,результатах расчетов спектральных характеристик колебаний многослойной среды, интенсивности и параметрах колебаний грунтов (включая амплитуды ускорения, преобладающие и резонансные частоты, продолжительность колебаний) и участках возможногопроявления вторичных остаточных деформаций грунтов;

характеристики колебаний грунта при ПЗ, МРЗ и ЗЗ: максимальные значения ускорений на свободной поверхности грунта, комплекты трехкомпонентных синтезированных акселерограмм в цифровом
и графическом видах и соответствующие им спектры реакции для степени демпфирования осцилляторов 1 – 3, 5 или 7 % от критического согласно техническому заданию Заказчика;

оценка динамической устойчивости грунтов площадки при землетрясениях до ЗЗ включительно.

VI. Требования к синтезированию обобщенных акселерограммам

23. Шаг дискретизации акселерограмм во времени должен составлять не более *∆t* = 0,005 с.

24. Длительность акселерограммы должна составлять не менее
20 – 24 с при длительности фазы максимальных амплитуд ускорений не менее 15 с.

25. Максимальная амплитуда акселерограммы должна соответствовать значениям максимального ускорения нулевого периода целевого спектра.

26. Спектральные ускорения в диапазоне частот целевого спектра
с демпфированием 5 % должны быть вычислены исходя из как минимум 100 значений, приходящихся на декаду, и равномерно распределенных по логарифмической частотной шкале. Средний спектр каждой компоненты по всем комплектам не должен превышать соответствующих целевых спектров более, чем на 30 % на всем диапазоне частот. Спектральное ускорение нулевого периода всех акселерограмм набора должно быть равно или больше спектральных ускорений нулевого периода целевых спектров.

27. Среднее по всему диапазону частот отношение значений спектра каждой из компонент акселерограммы к соответствующим значениям целевого спектра не должно быть меньше единицы.

28. Спектр каждой из акселерограмм не должен быть ниже целевого спектра более, чем на 10 % на всем диапазоне частот. Снижение спектра допускается не более, чем в девяти смежных точках по частоте.

29. Акселерограммы должны быть различны и статистически независимы. Коэффициент взаимной корреляции попарно для трех компонент акселерограммы по абсолютной величине не должен превышать 0,16.

30. Акселерограммы должны быть сбалансированы по скоростям
и перемещениям (в эпицентральных зонах имеют место постоянные, отличные от нуля, смещения).

31. Длительность активной фазы каждой акселерограммы комплектов должна соответствовать магнитудам, характерным для площадки землетрясений, и составлять не менее шести секунд. Длительность активной фазы акселерограммы соответствует нарастанию функции кумулятивной энергии от 5 до 75 %.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к учету грунтовых условий при определении сейсмичности площадки атомной станции**

| **Категория грунта по сейсмическим свойствам** | **Грунт** | **Сейсмичность площадки АС *J*пл при сейсмичности****района *J*р,балл** |
| --- | --- | --- |
| I | Скальные грунты всех видов (в том числе многолетнемерзлые и многолетнемерзлые оттаявшие) невыветрелые и слабовыветрелые, крупнообломочные грунты плотные маловлажные, состоящие из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя; выветрелые и сильновыветрелые скальные и нескальные твердомерзлые (многолетнемерзлые) грунты при температуре – 2 °С и ниже при сохранении грунтов основания в мерзлом состоянии в период строительства и эксплуатации, для которых в пределах верхней десятиметровой толщи грунтов средняя скорость распространения поперечных сейсмических волн равна *v*s ≥1100 м/с | *J*пл = *J*р – 1 балл |
| IIII | Скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые, в том числе многолетнемерзлые, кроме отнесенных к категории; крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к I категории, пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; глинистые грунты с показателем консистенции меньше или равным 0,5 при коэффициенте пористости *е* < 0,9 − для глин и суглинков и *е* < 0,7 − для супесей; многолетнемерзлые нескальные грунты пластичномерзлые или сыпучемерзлые, а также твердомерзлые при температуре выше – 2 °С при сохранении грунтов основания в мерзлом состоянии в период строительства и эксплуатации, для которых в пределах верхней десятиметровой толщи грунтов средняя скорость распространения поперечных сейсмических волн равна 250 м/с ≤ *v*s ≤1 100 м/с | *J*пл = *J*р*J*пл = *J*р |
| III | Пески рыхлые, независимо от влажности и крупности, пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные, глинистые грунты с показателем консистенции больше 0,5, глинистые грунты с показателем консистенции меньше или равным 0,5 при коэффициенте пористости *е* 0,9 − для глин и суглинков и *е* 0,7 − для супесей; многолетнемерзлые нескальные грунты при оттаивании грунтов основания в период строительства и эксплуатации, для которых в пределах верхней десятиметровой толщи грунтов средняя скорость распространения поперечных сейсмических волн равна *v*s < 250 м/с | *J*пл = *J*р +1 балл |

**Примечания:**

1. Грунтовые условия, представленные в настоящей таблице, предназначены для предварительной оценки сейсмичности площадки с учетом грунтовых условий, а также для оценки их возможных изменений в процессе строительства и эксплуатации АС. Окончательно сейсмичность площадки АС должна определяться по результатам СМР;

2. Отнесение грунтов площадки к грунтам I категории по сейсмическим свойствам допускается, если их мощность в основании здания (сооружения) АС превышает 30 м;

3. Если в пределах 10-метровой мощности неоднородного слоя грунта (считая от планировочной отметки) неблагоприятные грунты имеют суммарную мощность более 5 м, то грунты относятся к более неблагоприятной категории по сейсмическим свойствам;

4. Для прогнозируемого в процессе эксплуатации здания (сооружения) АС подъема уровня грунтовых вод и обводнения грунтов (в том числе просадочных) категорию грунта по сейсмическим свойствам необходимо определять в зависимости от его свойств (влажности, консистенции) в замоченном состоянии;

5. На многолетнемерзлых нескальных грунтах, если зона оттаивания распространяется до подстилающего незамерзшего грунта, грунты основания здания (сооружения) АС должны быть рассмотрены как немноголетнемерзлые (по фактическому состоянию их после оттаивания);

6. Глинистые и песчаные грунты относятся к грунтам III категории по сейсмическим свойствам, если уровень грунтовых вод находится на глубине менее 5 м от планировочной поверхности и отсутствуют данные о консистенции или влажности;

7. При выборе площадки размещения АС в пределах зоны ВОЗ снижение сейсмичности района на один балл за счет грунтов I категории при оценке сейсмичности площадки АС уровня МРЗ не допускается;

8. Размещение АС на площадках, сложенных грунтами III категории сейсмостойкости, не допускается без проведения организационных и технических мер обеспечения безопасности при землетрясениях с интенсивностью до ЗЗ включительно.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 6

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Стандартные параметры сейсмических воздействий,** **используемых для расчетов сейсмостойкости атомной станции**

1. Стандартные сейсмические воздействия ПЗ, МРЗ и ЗЗ должны быть использованы для расчетов сейсмостойкости АС при проектировании базового проекта АС, а также при обосновании выбора площадки АС для получения лицензии на размещение АС с учетом требований пункта 7 настоящих Правил.

2. Комплект стандартных сейсмических воздействий ПЗ, МРЗ и ЗЗ для свободной поверхности площадки размещения АС должен включать:

расчетную сейсмичность площадки в баллах по шкале MSK-64;

максимальные ускорения грунта;

коэффициенты динамичности;

стандартные спектры ответа;

набор синтезированных акселерограмм, совместимых с соответствующими стандартными спектрами ответа и представленных тремя взаимно ортогональными компонентами колебаний на свободной поверхности площадки АС;

пояснительную записку к комплекту стандартных воздействий, включающую описание входных данных и техники синтезирования акселерограмм, оценку их совместимости с обобщенным стандартным спектром ответа, другие оценки приемлемости акселерограмм (в соответствии с пунктом 4 настоящего приложения).

3. Сейсмичностьрайона размещения АС *J*р(в баллах) определяется для средних грунтов (грунтов II категории по сейсмическим свойствам) по карте ОСР-2015B (ПЗ), по карте ОСР-97D (МРЗ), а ускорение при ЗЗ должно быть не ниже, чем 1,5*амах*МРЗ.

4. Расчетная сейсмичность площадки *J*пл *=J*р± *DJ* (в баллах) определяется с учетом сейсмичности района *J*ри приращения сейсмичности *DJ,* задаваемых в зависимости от категории грунтов по сейсмическим свойствам, согласно приложению № 5 к настоящим Правилам, с точностью до целочисленного балла.

5. Максимальное горизонтальное ускорение и скорость колебания грунта при расчетной сейсмичности площадки в баллах шкалы MSK-64 должны приниматься не ниже значений, приведенных в таблице № 1 настоящего приложения.

Таблица № 1

**Соотношение расчетной сейсмичности площадки в баллах шкалы
MSK-64 и максимального горизонтального ускорения и скорости колебаний грунта**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная сейсмичность площадки АС, *J*пл, балл | V | VI | VII | VIII | IX |
| Максимальное горизонтальное ускорение грунта, *а0* ,м/c2 | 0,25 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 4,0 |
| Максимальная скорость колебаний грунта, см/с  | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 |

**Примечание.** Значения максимального ускорения и скорости колебания грунта в обоих горизонтальных направлениях должны приниматься одинаковыми: *аx* = *аy* = *а0* и *νx* = *νy* = *ν0*. Значение максимального ускорения и скорости колебаний грунта в вертикальном направлении: *аz* = 2/3*а*0 и *νz* = 2/3*ν*0, где индексы *х*, *y* – горизонтальные и *z* – вертикальная компоненты колебаний грунта.

6. Спектр коэффициентов динамичности β для заданного значения логарифмического декремента колебаний δ определяется как:
β (*Т*, δ ) = *а*84% (*Т*, δ)/*а*0,где *а*84%(*Т*, δ ) – стандартный спектр ответа грунта 84% обеспеченности (среднее значение + σ, где σ – стандартное отклонение для различных периодов или частот колебаний). Коэффициенты динамичности β стандартного спектра ответа (ускорений) на свободной поверхности площадки АС при затухании 5 % для горизонтальных колебаний показаны на рисунке и приведены в таблице № 2 настоящего приложения.

Коэффициенты динамичности β стандартного спектра ответа (ускорений) на свободной поверхности площадки атомной станции при затухании 5 % для горизонтальных колебаний

Таблица № 2

**Коэффициенты динамичности  стандартного спектра ответа (ускорений) на** **свободной поверхности площадки атомной станции** **для различных затуханий **

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Период*T*, с** | **Частота *f*, Гц** | **Коэффициенты динамичности**  **стандартного спектра ответа (ускорений) для различных затуханий**  |
| **20 %** | **10 %** | **7 %** | **5 %** | **4 %** | **2 %** | **0,5 %** |
| 0,03 | 33,33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0,1 | 10,00 | 1,75 | 2,35 | 2,82 | 3,20 | 3,52 | 4,48 | 5,86 |
| 0,6 | 1,67 | 1,75 | 2,35 | 2,82 | 3,20 | 3,52 | 4,48 | 5,86 |
| 4,0 | 0,25 | 0,43 | 0,58 | 0,68 | 0,79 | 0,87 | 1,1 | 1,45 |

**Примечания:**

1. Ординаты спектров коэффициентов динамичности β при частотах колебаний соответствуют точкам перелома спектральных кривых;

2. Низкочастотный и высокочастотный склоны спектров коэффициентов динамичности при любой степени демпфирования принимаются линейными в двойном логарифмическом масштабе;

3. Значения спектров ускорений *Sa*, скоростей *Sv* и перемещений *Sd* связаны между собой зависимостями:

*Sa* = 2π*f Sv* = (2π*f*)2 *Sd*.;

4. Типовой набор синтезированных акселерограмм должен быть разработан с учетом стандартного спектра ответа для интенсивности ПЗ, МРЗ и ЗЗ в баллах шкалы MSK-64
и использован для обосновании сейсмостойкости АС и выдачи задания на изготовление оборудования для АС, применимого в различных сейсмотектонических и грунтовых условиях размещения АС.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7

к федеральным нормам и правилам
в области использования атомной энергии
«Основные требования к обеспечению
сейсмостойкости атомных станций»,
утвержденным приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к моделированию и расчету зданий и сооружений, систем
и элементов атомной станции на сейсмические воздействия с учетом взаимодействия с грунтовым основанием**

I. Общие положения

1. При проведении расчетов на сейсмические воздействия необходимо создавать расчетные динамические модели зданий и сооружений, которые детально отражают:

а) планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений, принятые в проекте АС;

б) граничные и начальные условия, описывающие реальный физический характер работы конструкций и материалов;

в) пространственный характер деформирования конструкций совместно с грунтовым основанием;

г) учет веса стационарно закрепленного оборудования, трубопроводов, крановых грузов и других элементов АС. Вес стационарно закрепленного оборудования, трубопроводов, крановых грузов и других элементов АС допускается не учитывать, если они не сопоставимы с весом строительных конструкций зданий и сооружений.

Плоские и одномерные расчетные модели могут применяться, если они отражают реальные фактические свойства строительных конструкций.

1. Сейсмические нагрузки при расчете строительных конструкций, зданий и сооружений АС должны учитываться в составе сочетаний нагрузок, регламентированных строительными нормами и правилами. При расчете строительных конструкций технологические нагрузки должны учитываться
в сочетаниях с сейсмическими нагрузками, указанными в таблице № 1 настоящего приложения.

**Таблица № 1**

**Нагрузки и воздействия, применяемые при расчете строительных конструкций, зданий и сооружений атомной станции**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Категория****сейсмостойкости** | **Номер****сочетания****нагрузок** | **Нагрузки и воздействия** |
| **Технологические, соответствующие** | **Сейсмические** |
| **НЭ** | **ННЭ** | **ПА** | **ПЗ** | **МРЗ** | **ЗЗ** |
| Iа | 1 | - | - | + | - | - | + |
| Iа | 2 | - | - | + | - | + | - |
| Iа | 3 | + | - | - | - | - | + |
| I | 4 | - | + | - | - | + | - |
| I | 5 | + | - | + | + | - | - |
| II | 6 | + | - | + | + | - | - |
| II | 7 | + | - | - | + | - | - |
| II | 8 | - | + | - | + | - | - |

**Примечания:**

1. Сочетания нагрузок № 1 (ПА+ЗЗ) и № 2 (ПА+МРЗ) применяется для конструкций, которые, в соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии «Правила устройства и эксплуатации локализующих систем безопасности атомных станций»
(НП-010-16), утвержденными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 24 февраля 2016 г. № 70 (зарегистрирован Минюстом России 25 марта 2016 г. регистрационный № 41574), входят в состав ГО и (или) обеспечивают его функционирование;

2. Сочетание нагрузок № 3 применяется для строительных конструкций Ia, не входящих в состав ГО, и должно учитывать сочетание НЭ+ЗЗ.

3. Знак «+» означает необходимость включения данных нагрузок в соответствующее сочетание.

1. Если рядом стоящие сооружения связаны между собой подземными или наземными коммуникациями, определяются их относительные перемещения в местах примыкания коммуникаций
и используются в качестве исходного воздействия на коммуникации для установления величины зазора между рядом расположенными конструкциями, исключающего их соударение при сейсмических воздействиях.
2. При оценке сейсмостойкости элементов строительных конструкций ориентацию горизонтальной составляющей сейсмического воздействия необходимо принимать по наиболее неблагоприятному для данного элемента направлению.
3. Вертикальная составляющая сейсмической нагрузки должна учитываться:

а) для зданий (сооружений) I категории сейсмостойкости – как действующая одновременно с горизонтальными;

б) для большепролетных конструкций II категории сейсмостойкости (мостов, эстакад, ферм покрытий, дисков междуэтажных перекрытий защитных оболочек) – как действующая раздельно с горизонтальными.

1. Расчет несущей способности оснований зданий и сооружений необходимо производить с учетом трех пространственных компонентов для наиболее неблагоприятной ориентации вектора сейсмического воздействия.
2. Для выполнения расчета НДС и кинематических параметров строительных конструкций зданий и сооружений I категории сейсмостойкости при сейсмическом воздействии должны применяться:

а) прямой динамический метод расчета;

б) динамический метод расчета посредством разложения по собственным формам колебаний.

Для расчета НДС строительных конструкций зданий и сооружений всех категорий допускается применение линейно-спектрального метода расчета.

1. Результаты расчета кинематических параметров строительных конструкций используются для построения спектров ответа при обосновании сейсмостойкости строительных конструкций и оборудования в опорных точках. Опорные точки должны быть определены и заданы в проекте АС.
2. Расчетные динамические характеристики грунтов определяются на основе результатов полевых и лабораторных исследований.

II. Расчет линейно-протяженных конструкций

1. При обосновании сейсмостойкости линейно-протяженных конструкций (трубопроводов, кабельных каналов, эстакад) учитываются усилия, которые могут возникать из-за попадания различных сечений конструкции в разные фазы сейсмической волны или имеющих различные перемещения при сейсмических воздействиях.
2. Усилия и перемещения в линейно-протяженных конструкциях, связанные с прохождением сейсмической волны, определяются в зависимости от типа волны (продольная, поперечная, волна Рэлея).
3. При обосновании сейсмостойкости линейно-протяженных конструкций учитываются усилия, возникающие из-за взаимного перемещения анкерных опор при попадании их в разные фазы сейсмической волны. Взаимные перемещения опор рассматриваются как противофазные.

Для линейно-протяженных конструкций балочного типа, расположенных в грунте, продольная сила и изгибающий момент должны определяться с учетом типа волны, максимальной скорости движения частиц грунта и максимального ускорения грунта при землетрясении, площади поперечного сечения элемента конструкции и момента инерции поперечного сечения элемента конструкции.

1. В зависимости от категории сейсмостойкости систем и элементов значения максимальной скорости движения частиц и максимального ускорения грунта принимаются согласно исходной сейсмичности площадки АС, принятой в проекте АС, согласно пункту 22 и приложениям № 5 и 6 настоящих Правил.

III. Расчет подпорных стен

1. Подпорные стены рассчитываются на давление, вызванное сейсмическими воздействиями, в упругой постановке задачи. При этом перемещения подпорной стены не должны достигать значений, при которых стена не способна выполнить свое функциональное предназначение.
2. Суммарная величина расчетного динамического давления грунта, возникшего от действия собственного веса и сейсмического воздействия, не должна превышать статическое пассивное давление грунта.
3. Потеря устойчивости подпорной стены исключается.

IV. Расчет кабельных коммуникаций

1. Кабельные коммуникации включают в себя кабельные лотки, короба, стойки, консоли.
2. Если по проекту АС лотки заполнены менее чем на 25 %, то коэффициент демпфирования определяется по значениям, соответствующим сварным или болтовым соединениям.

V. Расчет расположенных над землей вертикальных резервуаров

1. Расчет на сейсмические воздействия резервуаров, частично заполненных жидкостью, должен выполняться с использованием программ для электронно-вычислительных машин, учитывающих влияния жидкости при динамических воздействиях.

При расчете на сейсмические воздействия используются программы для электронно-вычислительных машин, прошедшие экспертизу в установленном порядке.

1. Если при сейсмических воздействиях на контактной поверхности подошвы резервуара происходит отрыв, то оценка прочности и устойчивости конструктивных элементов резервуара выполняется с учетом дополнительных эффектов отрыва подошвы днища от основания.
2. Если высота волн больше, чем расстояние от покрытия резервуара до уровня жидкости в состоянии покоя, то покрытие резервуара проектируется с учетом эффектов соударения с волной или же исключаются эффекты от соударения путем увеличения расстояния от свободной поверхности до покрытия резервуара при сохранении прежней высоты жидкости.
3. Расчет на прочность резервуаров при сейсмических воздействиях выполняется для следующих сочетаний нагрузок:

НЭ+ЗЗ для конструкций категории сейсмостойкости Iа;

НЭ+МРЗ для конструкций категории сейсмостойкости I;

НЭ+ПЗ для конструкций категории сейсмостойкости II.

1. При расчете фундаментных конструкций резервуара учитываются сейсмические нагрузки, включающие гидродинамическое давление жидкости и усилия, передающейся к фундаментной конструкции от стеновых конструкций резервуара.
2. В частично заполненном резервуаре для исключения гидродинамического удара с покрытием жидкости, вовлеченной в волновое движение, при нарушении условий эксплуатации предусматривается величина зазора между уровнем жидкости и покрытием резервуара, превышающая расчетную высоту волны жидкости, возникающей при расчетном землетрясении.

VI. Расчет сейсмоизолированных систем

1. Проектирование и строительство сейсмоизолированных систем включает:

расчет сейсмоизолированной конструкции;

расчет элементов изолирующей системы;

тестирование образцов изоляторов;

производство (качественный контроль) компонентов изоляторов;

сооружение сейсмоизолированной системы;

независимую проверку.

1. Сейсмоизолирующие устройства должны обладать следующими свойствами:

достаточной эластичностью в горизонтальном направлении, обеспечивающей возрастание периода колебаний сейсмоизолированной системы;

существенной способностью рассеивать энергию для ограничения перемещения до допускаемого уровня;

необходимой жесткостью для обеспечения устойчивости сейсмоизолированной системы при динамических воздействиях.

1. Информация о параметрах исходного сейсмического воздействия для расчета сейсмоизолированных систем должна соответствовать стандартным сейсмическим воздействиям (приложения № 5 и 6 к настоящим Правилам) и параметрам сейсмичности площадки АС, определяемым согласно требованиям Главы IV настоящих Правил.
2. При задании исходной сейсмической информации для расчета сейсмоизолированных систем особое внимание должно уделяться оценке низкочастотных спектров ответа и кинематических параметров исходного воздействия (акселерограмм, велосиграмм, сейсмограмм).
3. Конструкции, расположенные над и под системой сейсмоизолирующих устройств, моделируются в соответствии
с требованиями настоящих Правил для неизолированных конструкций
с учетом реального характера зависимостей «сила – перемещение», «сила – скорость», экспериментально установленных на опытных образцах виброизоляторов и демпферов.
4. Виброизоляционная система моделируется достаточно подробно для того, чтобы:

оценить влияние распределения виброизоляторов;

определить перемещения в двух горизонтальных направлениях при поступательных движениях и перемещениях при вращении относительно вертикальной оси конструкции, расположенной над изолирующей системой,
с учетом неблагоприятного эксцентричного распределения масс;

определить перемещения в вертикальном направлении при поступательном движении и перемещения при вращении относительно горизонтальной оси, расположенной над изолирующей системой;

проверить устойчивость как отдельных виброизоляторов, так и системы в целом при действии вертикальных (вверх и вниз) и горизонтальных (опрокидывающих) сил;

учесть нелинейный характер поведения виброизоляторов.

VII. Сочетания нагрузок при обосновании сейсмостойкости элементов атомных станций

1. Группы электротехнического и контрольно-измерительного оборудования, средств автоматизации и связи:

единицы оборудования, закрепленные на фундаментах (турбогенераторная установка, турбогенератор, дизель-генераторная установка);

силовое трансформаторное оборудование (выдача электроэнергии);

контрольно-измерительные приборы и автоматика, электротехническое оборудование: шкафы, щиты, пульты, в том числе, размещенные в блочном пункте управления, резервном пункте управления и местном пункте управления, а также электродвигатели в составе агрегатов, элементы управляющих систем безопасности и систем аварийного электроснабжения, другое аналогичное оборудование;

гермопроходки, системы локализации аварий;

кабельные металлоконструкции, лотки, каналы;

ССКЗ;

оборудование контроля и управления ЗПА.

1. Для электротехнического и контрольно-измерительного оборудования, средств автоматизации и связи сейсмостойкость изделий должна обеспечиваться при сочетаниях нагрузок, указанных в таблице № 2 настоящего приложения.

**Таблица № 2**

**Сочетания нагрузок для обеспечения сейсмостойкости электротехнического и контрольно-измерительного оборудования, средств автоматизации и связи**

|  |  |
| --- | --- |
| **Категория сейсмостойкости** | **Сочетания нагрузок** |
| I (Iа) | НЭ+ПА(ЗПА)+ПЗ(ЗЗ)НЭ+МРЗ, ННЭ+МРЗ |
| II | НЭ+ПЗ, ННЭ+ПЗ |

1. Для оборудования и трубопроводов сейсмостойкость изделий должна обеспечиваться при сочетаниях нагрузок, указанных в таблице № 3 настоящего приложения.

**Таблица № 3**

**Сочетания нагрузок для обеспечения сейсмостойкости оборудования и трубопроводов**

|  |  |
| --- | --- |
| **Категория сейсмостойкости** | **Сочетания нагрузок** |
| Iа | НЭ+ЗЗ, ННЭ+МРЗ, НЭ+ПА+ПЗ(МРЗ)\* |
| I | НЭ+МРЗ, ННЭ+МРЗ, НЭ+ПА+ПЗ(МРЗ)\*, НЭ+ПЗ, ННЭ+ПЗ |
| II | НЭ+ПЗ, ННЭ+ПЗ |

\* Для оборудования и трубопроводов, обеспечивающих функционирование ГО.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Понятия «здания», «сооружения», «основание здания или сооружения» применяются в значениях, установленных Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент
о безопасности зданий и сооружений» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, № 1, ст. 5; 2013, № 27, ст. 3477). [↑](#footnote-ref-1)
2. *амах*МРЗ – максимальное ускорение грунта при МРЗ [↑](#footnote-ref-2)
3. Требования Свода правил СП 14.13330.2018 применяются в части, включенной в Перечень национальных стандартов и сводов правил. [↑](#footnote-ref-3)