



ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ ЯДЕРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ УКРАЇНИ

НАКАЗ

17.10.2016 № 175

Зареєстровано в Міністерстві
юстиції України
07 листопада 2016 р.
за № 1449/29579

Про затвердження Вимог до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій

*{Із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного
регулювання
№ 265 від 25.06.2018}*

Відповідно до статей 22 та 24 [Закону України](#) «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» та з метою вдосконалення нормативно-правових актів щодо регулювання ядерної та радіаційної безпеки ядерних установок **НАКАЗУЮ**:

1. Затвердити **Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій**, що додаються.
2. Департаменту з питань безпеки ядерних установок (Столярчук Б.В.) забезпечити подання цього наказу на державну реєстрацію до Міністерства юстиції України у встановленому порядку.
3. Цей наказ набирає чинності з дня його офіційного опублікування.
4. Контроль за виконанням цього наказу залишаю за собою.

Голова

С. Божко

ПОГОДЖЕНО:

Міністр енергетики
та вугільної промисловості України

І.С. Насалик

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Державної інспекції
ядерного регулювання України
17.10.2016 № 175

Зареєстровано в Міністерстві
юстиції України
07 листопада 2016 р.
за № 1449/29579

ВИМОГИ

до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій

I. Загальні положення

1. Ці Вимоги розроблені відповідно до Законів України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» з урахуванням вимог [Загальних положень безпеки атомних станцій](#), затверджених наказом Держатомрегулювання від 19 листопада 2007 року № 162, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 25 січня 2008 року за № 56/14747 (зі змінами) (далі - Загальні положення безпеки атомних станцій), інших чинних в Україні нормативно-правових актів і враховують рекомендації Міжнародного агентства з атомної енергії.

2. Ці Вимоги застосовуються:

при оцінці сейсмічної небезпеки майданчика для розміщення атомних станцій (далі - майданчик атомних станцій);

при проектуванні сейсмостійких енергоблоків атомних станцій з урахуванням визначеного рівня сейсмічності майданчика атомних станцій;

при оцінці/переоцінці сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій, що експлуатуються.

3. Ці Вимоги обов'язкові для всіх юридичних і фізичних осіб, що здійснюють або планують здійснювати діяльність, пов'язану з розміщенням, проектуванням, будівництвом, виготовленням, виробництвом, придбанням, збутом, введенням в експлуатацію, експлуатацією та зняттям з експлуатації споруд, систем та елементів енергоблоків атомних станцій.

4. Комплекс заходів, необхідних для приведення у відповідність до цих Вимог діючих енергоблоків атомних станцій та інших об'єктів, на які ці Вимоги поширюються, розробляється та затверджується експлуатуючою організацією та погоджується з Держатомрегулюванням.

5. Вимоги до вибору майданчика атомних станцій, у тому числі з урахуванням його сейсмічної небезпеки, встановлені [Вимогами з безпеки до вибору майданчика для розміщення атомної станції](#), затвердженими наказом Держатомрегулювання від 07 квітня 2008 року № 68, зареєстрованими в Міністерстві юстиції України 28 травня 2008 року за № 467/15158.

6. Для майданчика атомних станцій мають враховуватися рівні сейсмічності, що відповідають проектному землетрусу та максимальному розрахунковому землетрусу, відповідно до яких забезпечуються вимоги щодо сейсмостійкості будівель, споруд, систем та елементів атомних станцій.

7. Проектний землетрус та максимальний розрахунковий землетрус характеризуються бальністю, а також параметрами сейсмічних впливів: максимальними прискореннями, періодом та тривалістю фази інтенсивних коливань, а також набором аналогових чи синтезованих акселерограм та спектрів відгуку із заданим загасанням (демпфуванням) тощо, що моделюють характерні для майданчика атомних станцій сейсмічні впливи. Вимоги до розробки характеристик коливань ґрунту майданчика атомних станцій наведено в [главі 5](#) розділу II цих Вимог.

8. Сейсмічність майданчика атомних станцій і параметри сейсмічних впливів визначаються на підставі сейсмологічних досліджень з урахуванням конкретних геодинамічних, сеймотектонічних, сейсмологічних, ґрунтових і гідрологічних умов розміщення майданчика з урахуванням положень [розділу II](#) цих Вимог. До виконання зазначених досліджень експлуатуюча організація залучає спеціалізовану організацію (організацію), яка (які) має (мають) необхідний досвід та ресурси для виконання таких робіт, а також повноваження для затвердження їх результатів.

9. Оцінка сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій виконується із застосуванням детерміністичного та імовірнісного методів аналізу. Вибраний метод повинен відповідати сучасній світовій практиці оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій і враховувати рекомендації Міжнародного агентства з атомної енергії.

{Пункт 9 розділу I із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

10. Результати імовірнісного аналізу сейсмічної безпеки використовуються як вихідні дані для визначення частот пошкодження активної зони реактора та граничного аварійного викиду.

11. Для енергоблоків атомних станцій незалежно від сейсмічності майданчика атомних станцій пікове значення прискорення горизонтальної складової руху ґрунту при землетрусі, що відповідає максимальному розрахунковому землетрусу, приймається не менше 0,1g.

12. Проектування енергоблоків атомних станцій здійснюється з урахуванням запасу до встановленого рівня сейсмічності майданчика. Рівень такого запасу визначається експлуатуючою організацією та погоджується з Держатомрегулюванням.

13. Діяльність з оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомної станції впливає на забезпечення ядерної та радіаційної безпеки та здійснюється експлуатуючою організацією відповідно до затверджених нею процедур з урахуванням вимог законодавства у сфері використання ядерної енергії.

{Розділ I доповнено новим пунктом 13 згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

14. Оцінка сейсмічної безпеки включає заплановані та систематичні дії, необхідні для забезпечення здатності конструкцій, систем і елементів атомної станції виконувати свої функції відповідно до проекту під час та після землетрусу.

{Розділ I доповнено новим пунктом 14 згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

15. Ці Вимоги можуть застосовуватися як рекомендаційні до інших ядерних установок, а саме: об'єктів з виробництва ядерного палива; ядерних реакторів, які містять критичні та підкритичні збірки; дослідницьких реакторів; підприємств і установок зі збагачення та перероблення ядерного палива; сховищ відпрацьованого ядерного палива і засобів транспортування ядерного палива.

16. У цих Вимогах терміни вживаються в таких значеннях:

акселерограма - залежність прискорення коливань від часу;

акселерограма аналогова - акселерограма, зареєстрована при реальному землетрусі й прийнята для обґрунтування сейсмостійкості з урахуванням сеймотектонічних і ґрунтових умов майданчика атомних станцій;

акселерограма землетрусу - акселерограма на вільній поверхні ґрунту при землетрусі для визначеного напрямку;

акселерограма поверхова - акселерограма реакції для висотних відміток споруди, на яких встановлено обладнання;

акселерограма реакції - акселерограма руху конструкції, що визначається з розрахунку вимушених коливань при сейсмічному впливі у вигляді акселерограми землетрусу;

акселерограма синтезована - акселерограма, отримана аналітичним шляхом на основі статистичної обробки та аналізу низки акселерограм і (або) спектрів відгуків (реакції) реальних землетрусів з урахуванням місцевих сейсмічних умов;

амплітудно-частотна характеристика конструкції - залежність від частоти коефіцієнта підсилення коливань контрольної точки конструкції виробу відносно коливань його основи в установленому режимі коливань;

афтершок - повторний сейсмічний поштовх меншої інтенсивності порівняно з основним сейсмічним впливом;

бальність - інтенсивність сейсмічних впливів у балах макросейсмічної шкали;

вільний рух ґрунту - рух, який відбувається у конкретній точці ґрунту при землетрусі, якщо на вібраційні характеристики ґрунту не впливають будинки й споруди;

внутрішньоплитовий процес - тектонічний процес в межах тектонічних плит Землі;

гіпоцентр - точка всередині Землі, в якій починається руйнування суцільності геологічного середовища;

епістемічна невизначеність - невизначеність, обумовлена неповним знанням про явище, яке впливає на здатність моделювати його;

епіцентр - точка на поверхні Землі безпосередньо над гіпоцентром землетрусу;

землетрус локальний - землетрус, епіцентр якого розташований поблизу майданчика атомних станцій (в радіусі до 30 км);

землетрус місцевий - землетрус, епіцентр якого розташований в радіусі від 30 до 300 км від майданчика атомних станцій;

землетрус віддалений - землетрус, епіцентр якого розташований на відстані понад 300 км від майданчика атомних станцій;

кваліфікація обладнання на сейсмічні впливи (сейсмічна кваліфікація) - підтвердження та підтримання параметрів технічних характеристик обладнання з метою забезпечення його працездатності відповідно до встановлених вимог під час та після сейсмічних впливів у межах усього терміну експлуатації;

магнітуда (землетрусу) - результат вимірювання величини землетрусу за енергією, яка виділяється у вигляді сейсмічних хвиль;

максимальна потенційна магнітуда - референтне значення магнітуди землетрусу, яке визначається в результаті аналізу сейсмічної небезпеки майданчика, характеризує сейсмічний потенціал зон виникнення землетрусів і залежить від типу сейсмічного джерела та підходу, який використовується при аналізі сейсмічної небезпеки;

максимальний розрахунковий землетрус - землетрус максимально прогнозованої інтенсивності на майданчику атомної станції з повторюваністю один раз на 10000 років, що відповідає середньому значенню річної імовірності перевищення 10^{-4} ;

осередок землетрусу - просторово локалізована зона зі стійким в часі сейсмічним режимом і періодичними сильними землетрусами;

осцилятор лінійний - лінійна коливальна система з одним ступенем свободи, яка характеризується періодом (частотою) власних коливань і загасанням;

палеосейсмічність - доведене існування доісторичних чи історичних землетрусів, що проявилися у вигляді зміщення по розломах або вторинних ефектів, таких як деформація ґрунту, розрідження, цунамі, зсуви тощо;

пікове прискорення ґрунту - максимальне абсолютне значення прискорення ґрунту на акселерограмі;

потенційно активний розлом - тектонічний розлом, який має значний потенціал для взаємного переміщення і проявляє сучасну тектонічну активність;

проектний землетрус - землетрус прогнозованої інтенсивності на майданчику атомної станції з повторюваністю один раз на 100 років для діючих енергоблоків атомних станцій та один раз на 1000 років для нових енергоблоків атомних станцій, що відповідає середньому значенню річної імовірності перевищення 10^{-2} та 10^{-3} відповідно;

прямий динамічний метод розрахунку сейсмостійкості - метод числового інтегрування рівнянь руху, який використовується для аналізу вимушених коливань споруд, систем та елементів під час сейсмічного впливу, заданого акселерограмами землетрусів;

{Пункт 16 розділу I доповнено новим абзацом двадцять дев'ятим згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

резонанс - явище збільшення амплітуди вимушених коливань споруди, системи чи елемента при постійному зовнішньому впливі, що виникає на частотах вібраційних навантажень, близьких до частот їх власних коливань;

розлом (геологічний) - плоскі або злегка зігнуті поверхні розриву або зони Землі, по яких відбулося відносне зміщення тектонічних блоків;

розлом активний - тектонічний розлом, в зоні якого за четвертинний період геологічного розвитку відбулося відносне переміщення прилеглих блоків земної кори на 0,5 м і більше або спостерігаються їх відносні зміщення зі швидкостями сучасних рухів 5 мм/рік і більше;

сейсмічна небезпека - максимальні сейсмічні впливи, які виникають на даній площі в заданий інтервал часу із заданою імовірністю перевищення. Сейсмічні впливи виражаються в балах шкали сейсмічної інтенсивності, в пікових прискореннях (швидкостях, зміщеннях), спектральних прискореннях та інших параметрах коливань ґрунту;

сейсмічне районування - картування сейсмічної небезпеки;

сейсмічність майданчика атомних станцій - інтенсивність можливих сейсмічних впливів проектного землетрусу і максимального розрахункового землетрусу на майданчику атомних станцій;

сейсмогенна структура - тектонічна структура, яка проявляє сейсмічну активність або проявляється в історичних розривах поверхні ґрунту, в ефектах палеосейсмічності, та яку можна вважати здатною генерувати землетруси протягом часу існування об'єкта;

сейсмостійкість - властивість споруд, систем та елементів атомних станцій зберігати під час і після землетрусу здатність виконувати свої функції відповідно до проекту;

сеймотектонічна модель - модель, яка визначає характеристики сейсмічних джерел у регіоні навколо досліджуваного майданчика з врахуванням випадкової та епістемічної невизначеності в характеристиках сейсмічних джерел;

сейсмічне мікрорайонування - комплекс спеціальних робіт з прогнозування впливу особливостей приповерхневої будови, властивостей і стану порід, характеру їх обводнення та рельєфу на параметри коливань ґрунту майданчика атомних станцій;

сейсмологічні дослідження для атомних станцій - комплекс робіт з уточнення сейсмічної небезпеки майданчиків (визначення кількісних параметрів проектного землетрусу і максимального розрахункового землетрусу);

спектр відгуку (реакції) - сукупність абсолютних значень максимальних прискорень лінійних осциляторів при заданому акселерограмою впливі, визначених залежно від власної частоти й параметрів демпфування лінійного осцилятора;

спектр відгуку поверховий - сукупність абсолютних значень максимальних прискорень лінійних осциляторів при їх реакції на вплив, заданий поверховою акселерограмою;

спектр впливу - сукупність абсолютних значень максимальних амплітуд при відповідних частотах синусоїдальної вібрації;

спектр впливу землетрусу - спектр впливу, для якого спектр відгуку є спектром відгуку на акселерограму землетрусу;

спектральний метод розрахунку сейсмостійкості - метод, в якому величини сейсмічних навантажень визначаються за спектрами відгуку залежно від частот і форм власних коливань конструкцій;

{Пункт 16 розділу I доповнено новим абзацом сорок п'ятим згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

сучасна тектонічна активність - активність тектонічних структур в четвертинний період геологічного розвитку;

форшок - землетрус, який відбувається до основного сейсмічного впливу та пов'язаний з ним приблизним спільним місцем та часом;

функціонально-частотна характеристика виробу - залежність значення параметра виробу, що перевіряється, від частоти збудження синусоїдальної вібрації з постійною амплітудою прискорення;

частота (імовірність) перевищення - частота (імовірність), на якій зазначений рівень сейсмічної небезпеки буде перевищено на майданчику або в регіоні протягом певного інтервалу часу.

Інші терміни та визначення вживаються у значеннях, наведених у [Загальних положеннях безпеки атомних станцій](#).

15. У цих Вимогах скорочення мають такі значення:

АС - атомна станція;

ЗАБ - звіт з аналізу безпеки;

МРЗ - максимальний розрахунковий землетрус;

НЕ - нормальна експлуатація;

ПА - проектна аварія;

ПЗ - проектний землетрус;

ПНЕ - порушення нормальної експлуатації;

ТЗ - технічне завдання;

ТУ - технічні умови;

Vs - швидкість поперечної зсувної хвилі безпосередньо під подошвою фундаменту.

II. Вимоги до оцінки сейсмічної небезпеки майданчика АС

1. Оцінка геолого-тектонічних умов регіону, району розташування, зони навколо майданчика та майданчика АС

1. Для оцінки та вирішення питань, які стосуються небезпеки АС, пов'язаної із землетрусами, формується комплексна база даних геологічної, геофізичної та геотехнічної інформації щодо умов регіону, району розташування, зони навколо майданчика та майданчика АС.

2. Дослідження проводяться в чотирьох просторових масштабах - регіональному, районному (субрегіональному), в зоні навколо майданчика та на майданчику АС. У міру звуження масштабів досліджень збільшується їх деталізація. Перші три масштаби досліджень мають на меті збір та упорядкування існуючих геологічних і геофізичних даних, а при необхідності їх уточнення - одержання нових даних. Дослідження на майданчику мають на меті отримання результатів для побудови геотехнічної бази даних майданчика, необхідної для його сейсмічного мікрорайонування.

3. При проведенні аналізу сейсмічної небезпеки для будь-яких цілей протягом життєвого циклу енергоблока АС (для періодичної оцінки безпеки енергоблока АС, імовірного аналізу сейсмічної небезпеки тощо) здійснюється поновлення геотехнічної бази даних інформацією за період з останнього її перегляду до часу проведення аналізу.

4. Розміри регіону дослідження можуть змінюватися залежно від геологічних і тектонічних умов, а його форма може бути асиметричною у зв'язку з включенням віддалених значних джерел землетрусів. Типовий радіальний розмір регіону дослідження залежно від сейсмотектонічних умов регіону може змінюватися від 150 до 750 км. У внутрішньоплитових регіонах, а також на територіях поблизу берегової лінії (при оцінці потенційних цунамі) дослідження потребують розгляду сейсмічних джерел на дуже великих відстанях від майданчика. При достатньому обґрунтуванні того, що найбільш небезпечні тектонічні структури знаходяться у визначеному радіусі, дослідження зосереджуються на цій частині регіону.

5. Одержання даних у регіональному масштабі передбачає вивчення загального геодинамічного стану регіону, наявного тектонічного режиму та геологічних особливостей, які можуть впливати на сейсмічну небезпеку майданчика АС. Найважливішими для вивчення є потенційно активні розломи.

6. Якщо наявні дані є недостатніми для потреб опису тектонічних структур щодо положення, протяжності та швидкості неперервної деформації, вони уточнюються, а геотехнічна база даних доповнюється новими геологічними й геофізичними даними. Роботи з уточнення бази даних включають дослідження в районному й місцевому масштабах з вивченням потенційно активних розломів. Виконується також оцінка впливу на ґрунти доісторичних та історичних землетрусів в наявних геологічних і геоморфологічних умовах (наприклад, палеосейсмологічних даних). Результати досліджень наводять на картах масштабу 1:500000 або більшого масштабу з відповідними розрізами.

7. Дослідження району розташування майданчика АС включають географічну територію радіусом не менше 25 км (цей розмір уточнюється залежно від місцевих умов і може складати від 25 до 60 км). Метою досліджень є:

встановлення сеймотектонічних характеристик району на основі більш детальних баз даних, ніж для регіональних досліджень;

визначення новітніх і сучасних рухів по розломах;

визначення величини й природи зміщень, величини активності та ознак сегментації розломів.

8. Типові дослідження району розташування майданчика АС включають визначення стратиграфії, структурної геології та тектонічної історії району. Тектонічна історія обґрунтовує сучасний тектонічний режим, який буде залежати від рівня тектонічної активності. Для вивчення потенціалу міжплитових розломів використовується тектонічна інформація за плейстоцен-голоценовий період, а для внутрішньоплитових районів - за пліоцен-четвертинний період. Датування часу проводиться усіма доступними і прийнятними методами. Додатково до картування полів використовують інші доступні джерела даних.

9. Для структур, виявлених в масштабі районних досліджень, проводяться додаткові геологічні та геофізичні дослідження в масштабі зони навколо майданчика, щоб отримати необхідні відомості про їх характеристики.

10. Палеосейсмічні дослідження є необхідними в тих регіонах, де бракує статистичних даних про історичні землетруси. Палеосейсмічні дослідження виконуються для:

ідентифікації сейсмогенних структур, заснованої на розпізнаванні прояву попередніх землетрусів у регіоні;

поповнення каталогів землетрусів значними сейсмічними подіями з визначенням місць виникнення та встановленням віку землетрусів;

оцінки максимальної потенційної магнітуди для конкретної сейсмогенної структури, яка визначається за даними про максимальну довжину сегмента розлому та максимальне зміщення по ньому при одному землетрусі (за даними вимірювання в шурфах), а також за накопичувальним ефектом (геоморфологією ландшафту);

виконання імовірнісного аналізу сейсмічної небезпеки за інтервалами повторюваності сильних землетрусів.

11. Дослідження району розташування майданчика АС виконуються настільки детальними, щоб на їх основі можна було встановити причини кожного геологічного та геоморфологічного явища. Дані наводять на картах масштабу 1:50000 з відповідними розрізами.

12. Дослідження зони навколо майданчика АС охоплюють географічну територію радіусом не менше 5 км. Дослідження забезпечують докладне визначення неотектонічної історії розломів, головним чином, для визначення їх потенціалу та швидкості можливого зміщення безпосередньо на майданчику (сейсмічний потенціал розлому), а також для встановлення параметрів потенційної геологічної нестабільності на території майданчика.

13. Вивчення території в зоні майданчика включає геоморфологічне та геологічне картування, геофізичні дослідження і профілювання, буріння свердловин, риття траншей

тощо. Одержані дані узгоджують з тектонічною обстановкою і визначеними геологічними умовами. Формується такий набір даних:

геологічна карта з розрізами;

дані про вік, тип, величину та швидкість зміщення по усіх розломах в межах досліджуваної території;

дані про положення та характеристику місць можливого виникнення потенційних небезпек, що можуть бути викликані природними явищами (зсувами, просіданням ґрунтів, карстовими процесами, провалами підземних порожнин) і техногенною активністю.

Вказані дані наводять на карті масштабу 1:5000 з відповідними розрізами.

14. Основною метою досліджень на території майданчика є отримання детальних знань про потенційну можливість виникнення явищ залишкового зміщення ґрунту, пов'язаних із землетрусами (наявність активних розломів, розрідження, просідання ґрунту або провали підземних порожнин тощо), отримання інформації про статичні та динамічні властивості геологічного середовища (такі як швидкості поздовжніх і поперечних сейсмічних хвиль), які будуть використовуватися для аналізу реакції ґрунтів майданчика на сейсмічні впливи.

15. База даних розробляється за результатами детальних геологічних, геофізичних і геотехнічних досліджень, у тому числі за даними польових експедиційних робіт на майданчику і відповідних лабораторних досліджень властивостей ґрунтів.

16. За допомогою польових і лабораторних методів виконуються такі дослідження на території майданчика:

геологічні та геотехнічні дослідження для визначення стратиграфії й структури ґрунтів майданчика; дослідження з використанням буріння свердловин або тестових виїмок ґрунту (у тому числі безпосередньо на майданчику); дослідження геофізичними методами та лабораторними вимірюваннями - для визначення стратиграфії й структури ґрунтів на території майданчика, а також для визначення товщини, глибини підошви, статичних і динамічних властивостей різних шарів ґрунту (коефіцієнта Пуассона, модуля Юнга, модуля зсуву, густини, відносної густини, міцності на зсув, консистенції, гранулометричного складу, швидкості поздовжніх і поперечних хвиль), необхідних для побудови інженерної моделі середовища;

гідрогеологічні дослідження з використанням буріння свердловин та інших методів проводяться для визначення геометрії, фізичних і хімічних властивостей, а також для встановлення режиму всіх водоносних горизонтів на території майданчика (глибини ґрунтових вод, швидкості притоку, проникності тощо) з метою визначення стійкості осадових ґрунтів і вивчення їх взаємодії з фундаментами споруд;

додаткові дослідження ефектів на майданчику (наприклад, оцінка динамічної поведінки ґрунту майданчика) проводяться з використанням наявної сейсмічної та інструментальної інформації.

17. Під час досліджень отримують дані, необхідні для оцінки динаміки взаємодії структур ґрунту. Дані наводяться на картах у масштабі 1:500 і супроводжуються відповідними розрізами.

2. Оцінка сейсмологічних умов регіону, району розташування, зони навколо майданчика та майданчика АС

1. Збір статистичних даних про землетруси:

1) матеріали про доісторичні, історичні та інструментально зареєстровані землетруси в регіоні збираються та документуються. Усі дані про історичні землетруси (події, щодо яких відсутні інструментальні записи) збираються за максимально можливий період часу. Враховується палеосейсмічна й археологічна інформація про історичні та доісторичні землетруси. На основі зібраної інформації складається каталог землетрусів для майданчика АС;

2) при формуванні сейсмологічної бази даних враховується інформація щодо проявів землетрусів із сейсмогенних структур регіону, району та зони навколо майданчика залежно від їх рівня активності, очікуваної максимальної потенційної магнітуди й регіонального загасання коливань ґрунту. Для внутрішньоплитових тектонічних умов враховуються сейсмологічні дані з більш віддалених сейсмічних джерел, у тому числі за межами регіону;

3) інформація про кожен історичний та доісторичний землетрус включає (наскільки це можливо):

дату, час і тривалість події;

місцезнаходження сейсмічного епіцентру;

оцінку глибини осередку землетрусу;

оцінку магнітуди, її типу (моментна магнітуда, магнітуда за поверхневими хвилями, магнітуда за об'ємними хвилями, локальна магнітуда та магнітуда за тривалістю коливань тощо) і опис методів, які використовуються для оцінки магнітуди за сейсмічною інтенсивністю;

максимальну інтенсивність, інтенсивність в сейсмічному епіцентрі з описом місцевих умов і спостережуваних сейсмічних ефектів;

положення ізосейст (розподіл інтенсивності сейсмічних впливів);

інтенсивність землетрусу на майданчику разом з будь-якими наявними відомостями про вплив на ґрунти й ландшафт;

оцінку невизначеності для всіх згаданих параметрів;

оцінку якості та повноти даних, на основі яких вищезазначені параметри були отримані;

відомості про відчутні форшоки та афтершоки;

інформацію про спричинені розломи;

4) вказується, яка сейсмічна шкала використовувалася в каталозі. Магнітуда й глибина осередку оцінюються для кожного землетрусу на основі відповідних емпіричних залежностей між інструментальними даними та сейсмічною інформацією, які будуються

безпосередньо за даними про розподіл інтенсивності або за даними про положення ізосейст, зібраними в базі даних.

2. Збір інструментальних даних про землетруси:

1) збираються всі наявні інструментальні дані про землетруси в регіоні майданчика АС. Існуюча інформація про моделі земної кори враховується при визначенні положення землетрусу. Інформація, отримана щодо кожного землетрусу, включає:

дату, тривалість і час у осередку землетрусу;

координати епіцентру;

глибину осередку;

визначені магнітуди, в тому числі за різними шкалами;

інформацію про досліджені форшоки й афтершоки, їх розміри, положення, механізми;

інші відомості, які можуть бути корисними для розуміння сеймотектонічного режиму (наприклад, механізм осередку, сейсмічний момент, скинуті напруження та інші параметри сейсмічних джерел);

сейсмічні дані відповідно до [підпункту 4](#) пункту 1 глави 2 розділу II цих Вимог;

похибки визначення розташування та розмірів осередку землетрусу;

оцінку невизначеності для кожного із зазначених параметрів;

відомості про спричинений розлом, спрямованість і тривалість розриву;

записи ширококутових сейсмографів і акселерографів сильних рухів;

2) існуючі записи сильних рухів ґрунту при регіональних та місцевих землетрусах збираються та використовуються для отримання (або вибору) відповідних закономірностей загасання руху ґрунту, а також для розробки спектрів відгуку ґрунту;

3) для отримання достатньої інформації про потенційні сейсмічні джерела створюються мережі чутливих сейсмографів, здатних реєструвати мікроземлетруси. Мінімальний період сейсмологічного моніторингу для отримання достовірних даних, необхідних для побудови сеймотектонічної моделі, становить кілька років і залежить від сейсмічності регіону. Якщо існує обладнання не може коректно записувати одночасно мікроземлетруси та сильні рухи при потужних землетрусах на пунктах локальної мережі, крім акселерометрів сильних рухів, встановлюються чутливі ширококутові сейсмометри;

4) землетруси, зареєстровані локальними мережами, аналізуються у взаємозв'язку із сеймотектонічним вивченням території поблизу майданчика АС;

5) встановлюються постійно діючі акселерографи сильних рухів на території майданчика для реєстрації сильних і слабких землетрусів. Записи повного вектора переміщень за трьома взаємно перпендикулярними напрямками, одержані вимірювальними приладами для слабких і сильних рухів, використовуються для вивчення глибинної будови середовища під майданчиком і його реакції на реальні землетруси;

6) сейсмічні спостереження починаються на етапі проектування АС та продовжуються протягом усіх етапів життєвого циклу АС. Регламент спостережень визначається проектом АС.

3. Створення регіональної сейсмотектонічної моделі

1. Зв'язок між базою даних землетрусів і розрахунком сейсмічної небезпеки майданчика АС здійснюється на основі регіональної сейсмотектонічної моделі, яка формується на основі аналізу існуючих регіональних баз даних.

2. Для побудови сейсмотектонічної моделі, яка складається з дискретного набору сейсмогенних структур, використовується інтегрування елементів сейсмологічної, геофізичної, геологічної, геотектонічної та геодинамічної баз даних.

3. Будь-яка сейсмотектонічна модель повинна складатися з двох типів сейсмічних джерел:

сейсмогенних структур, які можна ідентифікувати, використовуючи доступну базу даних;

розсіяної сейсмічності (зазвичай складається зі слабких або помірних землетрусів), яка не належить до тектонічних структур, виявлених за допомогою використання існуючої бази даних.

4. Оцінка та опис характеристик обох типів сейсмічних джерел включають аналіз похибок. Розсіяна сейсмічність включає більшу кількість похибок внаслідок того, що природа розломів, що її генерують, є недостатньо вивченою.

5. У разі якщо можна побудувати альтернативні моделі, здатні пояснити сейсмологічні, геофізичні та геологічні дані, що спостерігалися, а відмінності в цих моделях не можуть бути усунені за допомогою додаткових досліджень, то остаточна оцінка небезпеки повинна враховувати всі такі моделі з урахуванням їх значимості. Епістемічні похибки оцінюються для всіх гіпотез щодо характеристик сейсмічних джерел і частоти повторення землетрусів.

6. Співвідношення магнітуда - частота повторення землетрусу визначається для кожного сейсмічного джерела. Це співвідношення включає максимальну потенційну магнітуду, до рівня якої це співвідношення застосовується.

7. Похибка в параметрах співвідношення магнітуда - частота визначається з їх імовірнісного розподілу.

8. Для кожного сейсмічного джерела визначається максимальна потенційна магнітуда, для якої вказується дискретне або неперервне значення імовірності розподілу похибки.

9. Усі сейсмогенні структури, які можуть посилювати рух ґрунту та небезпеку зміщення по розлому на майданчику, включають до сейсмотектонічної моделі.

10. В моделі враховують сейсмогенні структури, які завдяки поєднанню положення й сейсмічного потенціалу суттєво посилюють сейсмічну небезпеку руху ґрунту заданої величини та частоти повторення.

11. Щодо небезпеки переміщень по розломах особлива увага приділяється сейсмогенним структурам, розташованим поблизу майданчика, які потенційно можуть спричинити виникнення переміщень на поверхні майданчика або близько до неї.

12. Визначення сейсмогенних структур виконується на основі аналізу геологічної, геофізичної, геотехнічної та сейсмологічної баз даних, ґрунтуючись на даних з прямими або непрямыми доказами того, що на цих структурах уже проявлялися джерела землетрусів протягом сучасного тектонічного режиму. Взаємозв'язок історичних даних про сейсмічні події та інструментальних записів землетрусів з геологічними та геофізичними даними є важливим при ідентифікації сейсмогенних структур.

13. Якщо спеціальні дані щодо геологічної структури відсутні або їх недостатньо для визначення того, чи може структура розглядатись як сейсмогенна, проводиться детальне порівняння цієї структури з іншими аналогічними геологічними утвореннями з урахуванням часу виникнення сейсмічних подій, напрямків і хронології рухів.

14. Включення сейсмогенних структур до сейсмотектонічної моделі обґрунтовується існуючими даними і включає оцінку похибки ідентифікації цих структур. Недостатність даних про геологічну структуру не може розглядатися як вагома причина вважати структуру несейсмогенною.

15. Для сейсмогенних структур визначаються характеристики, які є важливими для визначення небезпеки прояву землетрусів на майданчику. При цьому розглядаються розміри структури (довжина, ширина й кут падіння), орієнтація (напрямок протяжності, глибина), величина та напрям зміщення, величина деформації, максимальна історична інтенсивність і магнітуда, палеосейсмічні дані, геологічний рівень складності (сегментація, розгалуження, структурні зв'язки), дані про землетруси та проводиться порівняння цих даних з інформацією про подібні структури, для яких історичні дані існують.

16. У разі якщо є достатньо інформації про сейсмологічну та геологічну історію руху по розлому або структурі (сегментація, середні скинуті напруження й ширина зони розлому), що дозволяє оцінювати максимальні розміри розривів і переміщень при майбутніх землетрусах, ця інформація разом з емпіричними співвідношеннями використовується для оцінки максимальної потенційної магнітуди. Ряд інших даних, таких як дані про тепловий потік, потужність земної кори та швидкості деформації, за якими можна будувати реологічні профілі, також враховуються при оцінці максимальної потенційної магнітуди.

17. Для оцінки максимальної потенційної магнітуди для сейсмогенних структур використовуються обґрунтовані методи та враховуються похибки.

18. Максимальна потенційна магнітуда, що не пов'язана з виявленими сейсмогенними структурами, оцінюється на основі історичних даних і сейсмотектонічних характеристик зони. Для такої оцінки використовується порівняння з аналогічними регіонами, для яких наявні ширші історичні дані про землетруси.

19. Крім максимальної потенційної магнітуди, проводиться оцінка співвідношення магнітуда - частота виникнення землетрусу для кожної сейсмогенної структури, включеної в сейсмотектонічну модель для визначення:

значення сейсмічної активності;

прийнятого типу залежності магнітуда - частота;
невизначеності цієї залежності та її параметрів.

20. На основі геологічних, геофізичних, геодезичних і сейсмологічних даних розлом вважається сейсмоактивним за таких умов:

є докази попередніх рухів в такий часовий період, що дає підстави зробити висновок про можливість виникнення подальших переміщень на поверхні ґрунту або поблизу неї. На територіях, де сейсмологічні та геологічні дані свідчать про короткі інтервали повторюваності землетрусів, для оцінки сейсмоактивності розломів використовуються періоди часу у десятки тисяч років (з верхнього плейстоцен-голоцену до сучасного періоду). У менш активних областях використовуються триваліші періоди (від пліоцен-четвертинного до сучасного періоду);

існують структурні зв'язки з відомими сейсмоактивними розломами, завдяки яким рух по одному розлому може спричиняти рух по інших розломах на поверхні ґрунту або під нею;

максимальна потенційна магнітуда землетрусу на сейсмогенній структурі є досить великою.

21. Якщо відомо або передбачається наявність розломів на майданчику або поряд з ним, для встановлення розміру й віку попередніх зміщень проводяться дослідження в масштабі зони навколо майданчика, які включають: докладне геологічне та геоморфологічне картування, топографічний аналіз, геофізичні дослідження (у тому числі при необхідності геодезичні), земляні роботи з риття шурфів, буріння свердловин, датування віку відкладень або розломів у фундаменті, локальні сейсмологічні дослідження тощо.

22. Розглядається можливість того, що активність розломів без проявів поблизу поверхні недавніх рухів може бути відновлена при заповненні водосховищ, нагнітанні рідин в свердловини, викачуванні рідин або при інших подібних явищах.

23. У разі якщо є надійні докази того, що на майданчику можуть бути сейсмоактивні розломи з потенціалом достатнім, щоб вплинути на безпеку встановлених на майданчику об'єктів, переглядається можливість проектування, будівництва та експлуатації АС на цьому місці.

4. Оцінка небезпеки коливань ґрунту майданчика АС внаслідок землетрусу

1. Оцінка небезпеки коливань ґрунту майданчика АС виконується імовірнісними та детерміністичними методами.

2. Виконання імовірнісного аналізу сейсмічної небезпеки майданчика АС включає:

оцінку (створення) сеймотектонічних моделей для регіону розташування майданчика АС з визначенням сейсмічних джерел з оцінкою похибок визначення їх границь і розмірів;

оцінку максимально можливої магнітуди, інтенсивності землетрусів і типу співвідношення магнітуда - частота виникнення землетрусу разом із невизначеністю (похибкою) кожної оцінки для кожного сейсмічного джерела;

вибір рівняння загасання для регіону розташування майданчика й оцінку похибок середніх значень дисперсії руху ґрунту, функцій магнітуди землетрусу та відстані до сейсмічних джерел;

розрахунок кривих сейсмічної небезпеки;

визначення реакції майданчика АС на сейсмічний вплив з урахуванням місцевих ґрунтових умов.

3. Результати імовірнісного аналізу сейсмічної небезпеки відображаються у вигляді середньої або медіаної частоти перевищення горизонтальних і вертикальних коливань ґрунту майданчика. Невизначеності (похибки) при виконанні оцінок аналізуються та документуються.

4. Оцінка небезпеки коливань ґрунту майданчика АС детерміністичним методом включає:

оцінку (створення) сейсмотектонічної моделі для регіону розташування майданчика з точки зору наявних сейсмічних джерел, для яких встановлено основні тектонічні характеристики, частоту виникнення землетрусів і тип співвідношення магнітуда - частота виникнення землетрусу;

оцінку величини максимальної потенційної магнітуди для кожного сейсмічного джерела;

вибір закону загасання для регіону розташування майданчика АС й оцінку середнього значення та дисперсії руху ґрунту залежно від величини землетрусу й відстані від майданчика до сейсмічного джерела.

5. Виконання розрахунків сейсмічної небезпеки детерміністичними методами здійснюється таким чином:

для кожної сейсмогенної структури приймається, що землетрус з максимальною потенційною магнітудою буде відбуватися в точці структури, яка знаходиться найближче до АС, з урахуванням фізичних розмірів сейсмічного джерела. Якщо майданчик знаходиться в межах границь сейсмогенної структури, слід вважати, що землетрус з максимальною потенційною магнітудою може відбутися безпосередньо під майданчиком;

приймається, що землетрус з максимальною потенційною магнітудою в зоні розсіяної сейсмічності, яка включає в себе майданчик АС, відбудеться на деякій відстані від майданчика. Ця відстань визначається на основі детальних сейсмологічних, геологічних і геофізичних досліджень для того, щоб показати відсутність розломів на майданчику або поряд з ним. При наявності розломів описуються напрямки, протяжність, історія та величина переміщень по них і вказується час останнього переміщення. Якщо відсутність розломів в районі підтвердиться, припускається, що виникнення землетрусів на цій території є малоімовірним. Такі дослідження проводяться у радіусі від кількох до десяти кілометрів від майданчика. Фактична відстань, що використовується в рівнянні затухання, буде залежати від точності оцінки фокальної глибини й від фізичних розмірів потенційних розривів при очікуваних землетрусах;

приймається, що в кожній прилеглій сеймотектонічній території (зоні з розсіяною сейсмічністю) землетрус з максимальною потенційною магнітудою може відбутися в її приграничній, найближчій до майданчика точці;

використовується кілька рівнянь для прогнозування руху ґрунту при землетрусах (рівняння затухання або в деяких випадках моделювання сейсмічного джерела) для визначення сейсмічних впливів, які кожен із землетрусів може спричинити на майданчику, з урахуванням неточності рівнянь, моделі джерела і місцевих умов на майданчику;

характеристики ґрунту отримуються з урахуванням підходів, що містяться в **главі 5** розділу II цих Вимог;

на кожному етапі оцінки враховуються як випадкові, так й епістемічні похибки з урахуванням того, що консервативні процедури вже могли перекрити невизначеності.

6. Крім визначення характеристик коливань ґрунту, результати аналізу сейсмічної небезпеки майданчика АС використовуються для оцінки та пом'якшення інших небезпек, пов'язаних із землетрусами, які можуть мати суттєвий вплив на енергоблок АС (розрідження та просідання ґрунтів, нестабільність схилів, карстові процеси, руйнування водозахисних споруд тощо). Детальна оцінка виконується для визначення впливу цих вторинних ефектів землетрусів на загальну сейсмічну безпеку енергоблоків АС, зокрема при виконанні імовірнісного аналізу безпеки енергоблоків АС від сейсмічних впливів.

5. Розробка характеристик коливань ґрунту майданчика АС

1. Розроблені за результатами аналізу небезпеки коливань ґрунту майданчика АС сейсмічні характеристики при ПЗ і МРЗ описуються прогнозованою інтенсивністю сейсмічних коливань (бальністю) та задаються набором трикомпонентних розрахункових часових функцій: акселерограм, велосиграм або сейсмограм, якими моделюється рух (прискорення, швидкість або переміщення) в коливаннях ґрунту на вільній поверхні ґрунту майданчика. Зазвичай для оцінки сейсмостійкості споруд, систем та елементів АС використовуються акселерограми землетрусів і розраховані на їх основі спектри відгуку на вільній поверхні ґрунту майданчика АС.

2. Сейсмічні характеристики можуть бути:

спеціальними - зареєстрованими безпосередньо на майданчику з небезпечних зон можливих джерел землетрусів;

синтезованими - розробленими на підставі всієї сукупності наявних сейсмологічних і геолого-геофізичних даних, які характеризують небезпечні для майданчика джерела землетрусів, з урахуванням особливостей впливу середовища на шляху поширення коливань від джерел землетрусів до майданчика та фільтруючих (резонансних) властивостей геологічного середовища під майданчиком.

3. Спектри відгуку (реакції) одиничних осциляторів (із заданими власними періодами та параметрами загасання коливань) на розрахункові акселерограми визначають характерні типи сейсмічних впливів на об'єкти, розташовані на майданчику АС, які моделюються відповідними осциляторами.

4. Закономірності загасання коливань (демпфування) описуються емпірично чи теоретично встановленими залежностями руху ґрунту від різних параметрів, таких як магнітуда землетрусу, відстань від джерела землетрусу до майданчика, тип розломів, місцеві умови майданчика тощо.

5. Рівняння загасання руху ґрунту вибираються з дотриманням таких загальних критеріїв:

актуальність і достатня обґрунтованість на момент проведення досліджень;

сумісність з типами землетрусів і характеристиками загасання в досліджуваному регіоні;

відповідність тектоніці середовища в досліджуваному регіоні та даним про локальні рухи ґрунту на майданчику.

6. Для визначення параметрів і характеристик сейсмічних впливів застосовуються методи, які враховують сучасну світову практику. Застосування кожного з методів обґрунтовується для кожної конкретної задачі. В результаті робіт отримуються найбільш імовірні значення параметрів сейсмічних впливів, що можуть виникнути на майданчику АС, і виконується оцінка їх невизначеностей.

III. Вимоги до сейсмічного проектування енергоблоків АС

1. Класифікація споруд, систем та елементів із сейсмостійкості

1. Будівельні конструкції, технологічне й електротехнічне обладнання, трубопроводи, контрольно-вимірювальні прилади та апаратура залежно від ступеня їх відповідальності щодо забезпечення безпеки під час і після сейсмічних впливів розподіляються на три категорії сейсмостійкості.

2. До I категорії сейсмостійкості належать будівлі: споруди, системи та елементи АС:

віднесені до класів 1 та 2 за впливом на безпеку відповідно до [Загальних положень безпеки атомних станцій](#);

системи та елементи безпеки необхідні для виконання таких функцій безпеки: безпечна зупинка реактора та підтримання його в безпечному стані, аварійне відведення тепла від активної зони реактора та басейну витримки, запобігання або обмеження виходу радіоактивних речовин, що виділяються під час аварій, за передбачені проектом межі;

{Абзац третій пункту 2 глави 1 розділу III в редакції Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

системи нормальної експлуатації та їх елементи, відмова яких під час сейсмічних впливів до МРЗ включно внаслідок виходу радіоактивних речовин може призвести до перевищення на межі санітарно-захисної зони та поза її межами хоча б одного з рівнів безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів, що встановлені [Державними гігієнічними нормативами «Норми радіаційної безпеки України \(НРБУ-97\)»](#), затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14 липня 1997 року № 208 і введеними в дію постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1997 року № 62 (далі - НРБУ-97);

{Абзац четвертий пункту 2 глави 1 розділу III в редакції Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

будівлі, споруди та їх основи, обладнання, трубопроводи та їх елементи, механічне пошкодження яких при сейсмічних впливах до МРЗ включно шляхом силового або температурного впливу на вказані вище системи та їх елементи може призвести до їх відмови;

додаткові технічні засоби, призначені для управління запроектованими, зокрема важкими, аваріями.

{Пункт 2 глави 1 розділу III доповнено новим абзацом згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

3. До II категорії сейсмостійкості належать будівлі, споруди, системи та елементи АС (які не увійшли до I категорії), відмова яких окремо або в сукупності з іншими системами й елементами може призвести до перерви у виробленні електроенергії та/або до перевищення допустимих рівнів загального радіоактивного забруднення робочих поверхонь, та/або допустимих концентрацій радіонуклідів у повітрі робочих приміщень, встановлених [НРБУ-97](#).

{Пункт 3 глави 1 розділу III із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

4. До III категорії сейсмостійкості належать решта будівель, споруд, їх основи, конструкції, обладнання, трубопроводи та їх елементи АС, які не увійшли до категорій I та II.

5. Елементи однієї системи можуть бути віднесені до різних категорій у разі проведення спеціальних заходів з їх розділення (наприклад, встановлення відсічної та регулюючої арматури). При цьому елементи та вузли, що застосовуються для розділення (включаючи їх розкріплення), відносяться до вищої категорії сейсмостійкості.

6. В проекті енергоблока АС передбачається, що відмова елемента нижчої категорії не повинна призводити до відмови або руйнування елемента вищої категорії сейсмостійкості, в іншому випадку його категорія сейсмостійкості підвищується.

7. Будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до I категорії сейсмостійкості, виконують свої функції із забезпечення безпеки АС під час та після проходження землетрусу інтенсивністю до МРЗ включно і проектуються відповідно до цих Вимог.

8. Будівлі, споруди, системи та елементи АС, що належать до II категорії сейсмостійкості, зберігають свою працездатність після землетрусу інтенсивністю до ПЗ включно і проектуються відповідно до цих Вимог.

9. Проектування будівель, споруд, систем та елементів АС, що належать до III категорії сейсмостійкості, виконується відповідно до вимог державних будівельних норм та інших нормативних документів та стандартів, сфера застосування яких поширюється на проектування цивільних та промислових споруд, систем та елементів.

10. Підтвердження сейсмостійкості будівель, споруд, систем і елементів I категорії сейсмостійкості виконується із врахуванням одночасної дії сейсмічного впливу за трьома компонентами (двома горизонтальними та вертикальною). Для будівель, споруд, систем та елементів II категорії сейсмостійкості допускається врахування сейсмічного навантаження за компонентами окремо. При відсутності спеціальних досліджень вертикальна складова приймається по відношенню до горизонтальної (найбільш несприятливої, якщо вони відрізняються) з коефіцієнтом 0,7.

11. При розрахунках проектів будівель, споруд, систем та елементів щодо сейсмічних впливів використовуються значення параметрів загасань коливань (логарифмічних декрементів коливань) на основі спеціальних обґрунтувань (експериментальних чи розрахункових) з урахуванням взаємодії «грунт - конструкція». За відсутності вказаних обґрунтувань значення логарифмічних декрементів коливань приймають: для залізобетонних конструкцій - 0,25; для металевих конструкцій та обладнання - 0,12.

2. Вимоги до будівельних конструкцій та основ АС

1. Проектування та обґрунтування сейсмостійкості будівельних конструкцій будівель і споруд АС та їх основ здійснюються відповідно до цих Вимог, вимог інших нормативних документів, що регламентують проектування та обґрунтування сейсмостійкості будівель, споруд і основ АС, а також з урахуванням положень державних будівельних норм.

2. В проекті енергоблока АС передбачаються конструктивні та компонувальні рішення, що забезпечують підвищення сейсмостійкості важливих для безпеки будівельних конструкцій, у тому числі:

будівлям і спорудам надається проста симетрична форма в плані з розташуванням центра жорсткості будівлі (споруди) поблизу його центра мас і на практично досяжному низькому рівні;

протяжні будівельні конструкції, а також частини будівель і споруд з перепадом висот більше 5 м розділяються антисейсмічними швами;

в межах ділянки між антисейсмічними швами основні несучі конструкції будівель і споруд виконуються безперервними по висоті та в плані;

при перетині границь конструкцій (наприклад, з температурними або робочими швами), при виконанні з'єднань між конструкціями або при підведенні комунікацій до будівель і споруд в підземних каналах передбачаються заходи щодо виключення можливості пошкодження або відмови конструкцій через нерівномірні переміщення;

забезпечується раціональне розміщення інженерного обладнання з урахуванням його впливу на рівень сейсмічного навантаження;

виключаються жорсткі сполучення між будівлями, спорудами та обладнанням різних категорій і різної динамічної поведінки;

розміщуються будівлі і споруди на спільному фундаменті та уникаються різні рівні заглиблення в ґрунт для зменшення нерівномірних переміщень окремих конструкцій.

3. При проектуванні будівельних конструкцій і фундаментів будівель та споруд АС особлива увага приділяється таким питанням:

прийнятності ґрунтової основи для цілей проектування;

придатності типів фундаментних опор або різних типів фундаментів під зв'язаними одна з одною спорудами. Надається перевага рішенням однотипного фундаменту споруди на ґрунтовій основі без значної зміни її характеристик. Не використовуються проектні рішення, в яких частина фундаменту однієї будівлі спирається на палі або скельну породу, а інша - безпосередньо на ґрунт;

запобіганню зіткненню сусідніх конструкцій внаслідок їх коливань;

достатнім розмірам антисейсмічних швів;

проектуванню пластичних зон за рахунок розташування й розподілу арматурних стрижнів, необхідних для забезпечення достатньої пластичності та запобігання крихкому руйнуванню від зсуву або при стисканні;

прогнозній оцінці можливого впливу підземних вод на фундамент;

динамічному впливу на конструктивні елементи несучих елементів, таких як розділові перегородки;

належному анкерному кріпленню елементів до будівельних конструкцій;

запобіганню падінню будівельних конструкцій або їх частин на елементи систем, важливих для безпеки.

4. При застосуванні антисейсмічних систем і пристроїв (сейсмічних ізоляторів) на рівні фундаменту передбачаються процедури періодичного контролю й технічного обслуговування ізоляторів, а також відповідні зміни у взаємодії «ґрунт - конструкція».

5. При проведенні розрахунків проектів будівельних конструкцій АС щодо сейсмічних впливів здійснюються:

визначення параметрів коливань і напружено-деформованого стану будівлі, споруди, її конструкцій і фундаментів з урахуванням демпфування та взаємодії з основою;

розрахунки поверхових акселерограм і поверхових спектрів відгуку з урахуванням взаємодії будівлі, споруди з основою;

перевірка міцності та стійкості форми або положення елементів конструкцій, а також вузлів з'єднань елементів, в тому числі закладних деталей, з урахуванням фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів.

6. Розрахунки проектів будівельних конструкцій щодо сейсмічних впливів виконуються з використанням як сейсмічного навантаження спектрів відгуку, притаманних ґрунтовим умовам розташування енергоблока АС, або інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах чи синтезованих акселерограм. В разі відсутності вказаних даних організовуються та виконуються відповідні дослідження з метою отримання вихідних сейсмічних даних відповідно до глави 3 розділу II цих Вимог.

7. Оцінка сейсмостійкості основ будівель і споруд виконується з урахуванням залежності фізико-механічних властивостей ґрунту від його напруженого стану.

Розрахунки виконуються з урахуванням взаємодії «грунт - конструкція» відповідно до **глави 3** розділу III цих Вимог.

8. Розрахунки будівель і споруд на сейсмічні впливи виконуються з використанням спектрального або прямого динамічного методу розрахунку сейсмостійкості.

{Пункт 8 глави 2 розділу III в редакції Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

9. Розрахункове значення сейсмічного навантаження при розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи із застосуванням спектрального методу визначається відповідно до вимог державних будівельних норм з урахуванням такого:

{Абзац перший пункту 9 глави 2 розділу III із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

коефіцієнт, що враховує непружні деформації і локальні пошкодження елементів будівлі (споруди), визначається, зважаючи на особливі умови експлуатації АС. Для конструкцій, в яких не допускаються непружні деформації, коефіцієнт приймається рівним 1. В інших випадках коефіцієнт приймається: 0,625 для конструкцій I категорії сейсмостійкості; 0,5 для конструкцій II категорії сейсмостійкості; для конструкцій III категорії сейсмостійкості - відповідно до вимог державних будівельних норм;

розрахункова амплітуда прискорення основи приймається відповідно до пікового прискорення ґрунту, визначеного на підставі сейсмологічних досліджень з урахуванням положень **розділу II** цих Вимог;

спектральний коефіцієнт динамічності визначається відповідно до спектра відгуку ґрунту, отриманого за результатами сейсмологічних досліджень майданчика АС;

при використанні в розрахунках спектрів відгуку ґрунту коефіцієнт, що враховує нелінійне деформування ґрунтів, не застосовується.

10. При розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи із використанням прямого динамічного методу як сейсмічне навантаження застосовуються акселерограми землетрусів, визначені на підставі сейсмологічних досліджень майданчика АС. Використання інших даних допускається у випадку, зазначеному в **підпункті 3** пункту 8 глави 3 розділу V цих Вимог.

{Главу 2 розділу III доповнено новим пунктом 10 згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

11. Використання прямого динамічного та спектрального методів розрахунку сейсмостійкості під час проектування будівель і споруд АС є обов'язковим.

{Пункт 11 глави 2 розділу III в редакції Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

12. Сейсмічні навантаження при розрахунку будівельних конструкцій АС враховуються у складі сполучень з іншими навантаженнями (постійними, змінними), що регламентуються державними будівельними нормами.

13. Технологічні умови експлуатації будівельних конструкцій АС враховуються в комбінаціях із сейсмічними впливами відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1. Сполучення технологічних умов експлуатації будівельних конструкцій АС та сейсмічних впливів при розрахунку будівельних конструкцій АС

№ з/п	Категорія сейсмостійкості	Номер сполучення	Впливи ¹⁾				
			технологічні			сейсмічні	
			НЕ	ПНЕ	ПА	ПЗ	МРЗ
1	I	1 ²⁾	+	-	+	-	+
2	I	2	+	-	-	-	+
3	I	3	-	+	-	-	+
4	II	4	+	-	-	+	-
5	II	5	-	+	-	+	-

1) Знак “+” означає необхідність включення цих впливів у відповідне сполучення. Знак “-” означає, що ці впливи не включаються до відповідного сполучення.

2) Сполучення 1 застосовуються для будівельних конструкцій, що входять до складу герметичного огороження.

14. При оцінці сейсмостійкості основ будівель і споруд перевіряється стійкість ґрунтів основи при амплітудних значеннях перекидаючого моменту, а також динамічна стійкість ґрунтів основи. Динамічна стабільність незв'язних водонасичених ґрунтів оцінюється на основі експериментальних досліджень.

15. Для основ будівель реакторних відділень АС демонструється неперевищення критеріїв за креном і осіданням при сейсмічному впливі, встановлених нормами проектування основ реакторних відділень АС.

16. Проектування важливих для безпеки земельних споруд (гребель, дамб, насипів, укріплень тощо) виконується відповідно до їх сейсмічної категоризації з урахуванням положень спеціальних вимог щодо проектування земельних споруд.

3. Вимоги для врахування взаємодії «ґрунт-конструкція»

1. При проектуванні сейсмостійких будівель, споруд, а також великих наземних резервуарів АС враховується й детально моделюється взаємодія ґрунту та конструкцій при землетрусі. З урахуванням заглиблення, рівня підземних вод і локально змінених

властивостей ґрунту вихідні коливання ґрунту, визначені для умов вільної поверхні, трансформуються у вплив на рівні фундаменту конструкцій.

2. Розрахункові моделі будівель і споруд відображають характер їх взаємодії з ґрунтом основи. Моделювання будівель і споруд для виконання оцінки їх сейсмостійкості виконується з урахуванням взаємодії «ґрунт - конструкція» для основ, швидкість поперечної зсувної хвилі безпосередньо під підшвою фундаменту яких складає $V_s < 1100$ м/с. У випадку твердих основ ($V_s \geq 1100$ м/с) ефект взаємодії «ґрунт - конструкція» допускається не враховувати у разі відповідного обґрунтування.

3. При проектуванні підземних конструкцій (трубопроводів, каналів і тунелів великої протяжності) враховуються такі впливи на них, спричинені землетрусом:

тиск, який створюється навколишнім ґрунтом під час землетрусу й після нього;

руйнування ґрунту (розрідження, зсуви і осідання);

нерівномірні навантаження на торцеві з'єднання з будівлями та спорудами;

відносні зміщення в зонах різних матеріалів;

нерівномірні поздовжні зусилля та напруження в підземних конструкціях, спричинені поздовжніми хвилями при землетрусі;

вплив утримуваних усередині рідин (імпульсні навантаження, гідростатичний тиск, хлюпання).

4. При обґрунтуванні сейсмостійкості лінійно-протяжних конструкцій (трубопроводів, кабельних каналів, естакад тощо) враховуються зусилля, які можуть виникати через потрапляння різних перерізів конструкцій в різні фази сейсмічної хвилі.

5. Для будівельних конструкцій I категорії сейсмостійкості оцінюються потенційна можливість розрідження водонасичених шарів ґрунту в результаті землетрусу, потенційна можливість втрати несучої здатності й осідання будівель і споруд та підтверджується спроможність виконання ними функцій безпеки при сейсмічних впливах.

4. Вимоги до технологічного обладнання та трубопроводів

1. Обґрунтування сейсмостійкості згідно з цими Вимогами виконується для обладнання, трубопроводів та їх опорних конструкцій I та II категорій сейсмостійкості.

2. Обґрунтування сейсмостійкості обладнання, трубопроводів та їх опорних конструкцій виконується розрахунковими, експериментальними методами або їх комбінацією відповідно до положень цих Вимог, а також чинних нормативних документів та стандартів. Обраний метод відповідним чином обґрунтовується.

3. Обґрунтування сейсмостійкості обладнання, трубопроводів та їх опорних конструкцій виконується з використанням як сейсмічного навантаження поверхових акселерограм та/або спектрів відгуку (спектрів впливу), отриманих на основі інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах, чи синтезованих акселерограм, притаманних майданчику розміщення АС. Використання інших даних допускається у випадку, зазначеному в **підпункті 3** пункту 8 глави 3 розділу V цих Вимог.

4. Розрахунки сейсмостійкості протяжних елементів обладнання та трубопроводів виконуються з урахуванням відмінності в умовах сейсмічного навантаження їх опорних конструкцій за допомогою поверхових акселерограм та/або спектрів відгуку, характерних для позначок розташування опорних конструкцій, або використовуються консервативні значення (для найбільш високих відміток опорних конструкцій).

5. Технологічні умови експлуатації обладнання, трубопроводів АС та їх опорних конструкцій враховуються в комбінаціях із сейсмічними впливами відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2. Сполучення технологічних умов експлуатації обладнання, трубопроводів АС та їх опорних конструкцій і сейсмічних впливів при розрахунку їх сейсмостійкості

№ з/п	Категорія сейсмостійкості	Номер сполучення навантажень	Впливи ¹⁾				
			технологічні			сейсмічні	
			НЕ	ПНЕ	ПА	ПЗ	МРЗ
1	I	1 ²⁾	+	-	+	-	+
2	I	2	+	-	+	+	-
3	I	3	-	+	-	-	+
4	I	4	+	-	-	-	+
5	I	5	+	-	-	+	-
6	I	6	-	+	-	+	-
7	II	7	+	-	-	+	-
8	II	8	-	+	-	+	-

1) Знак “+” означає необхідність включення цих впливів у відповідне сполучення. Знак “-” означає, що ці впливи не включаються до відповідного сполучення.

2) Сполучення 1 застосовується для обладнання та трубопроводів, що забезпечують локалізуючу функцію безпеки герметичного огородження.

{Таблиця 2 глави 4 розділу III із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

6. При обґрунтуванні сейсмостійкості обладнання та трубопроводів враховуються два види навантажень, спричинених землетрусом:

навантаження, що виникають внаслідок динамічних коливань при сейсмічному впливі;

навантаження, що виникають внаслідок відносного зміщення опор обладнання та трубопроводів при сейсмічному впливі.

7. При проектуванні запобігають виникненню резонансів обладнання та трубопроводів на власних частотах коливань опорних конструкцій. Якщо немає можливості зменшити реакцію обладнання, необхідно збільшити демпфування системи.

8. Допустимі напруження при обґрунтуванні сейсмостійкості обладнання та трубопроводів енергоблоків АС залежно від їх категорії сейсмостійкості визначаються відповідно до [додатка 1](#) до цих Вимог.

9. Допустимі переміщення обладнання та трубопроводів (прогин, зсув, зміщення) визначаються залежно від експлуатаційних вимог, які до них встановлюються. Неприпустимим є співударання із сусідніми елементами та конструкціями в результаті коливань обладнання та трубопроводів під час землетрусу.

10. Особлива увага приділяється сейсмостійкому проектуванню обладнання та конструкцій, які, крім сейсмічних навантажень під час землетрусу, піддаються також додатковим навантаженням, а саме:

сейсмостійкість обладнання, яке наповнене рідиною (басейни, посудини, резервуари, баки тощо), обґрунтовується з урахуванням гідродинамічних впливів при сейсмічних коливаннях рідини. Наявність рідини призводить до зміни власних частот та форм коливань конструкцій та обладнання, додаткового динамічного впливу на їх стінки та днище. Оцінюється також висота поверхової хвилі, що виникає при коливаннях рідини, для запобігання її виплескуванню;

сейсмостійкість заглиблених в ґрунт конструкцій і трубопроводів обґрунтовується з урахуванням напружень, що виникають завдяки переміщенням перетинів внаслідок проходження крізь ґрунт сейсмічних хвиль, зсуву конструкцій, обладнання разом з ґрунтом відносно місць кріплення до будівель та споруд тощо. Також оцінюється негативний вплив внаслідок можливого розрідження ґрунтів, втрати його несучої спроможності, осідання, обвалення. В необхідних випадках передбачаються відповідні захисні заходи (наприклад, підвищення стійкості ґрунту шляхом його ущільнення, дренажування; виконання локальної заміни ґрунту на більш стійкий тощо).

11. При проектуванні наземних резервуарів виконується динамічний розрахунок, в якому враховуються горизонтальні й вертикальні навантаження від рідини, що заповнює резервуар, спричинені сейсмічним впливом.

12. Сейсмостійкість ґрунтових основ резервуарів обґрунтовується розрахунком їх стійкості з метою недопущення випирання ґрунту з-під найбільш навантаженого краю резервуару при максимальних значеннях перекидаючого моменту.

5. Вимоги до електротехнічного обладнання, обладнання інформаційних і керуючих систем, а також засобів автоматизації та зв'язку

1. Обґрунтування сейсмостійкості згідно з цими Вимогами виконується для електротехнічного обладнання, обладнання інформаційних і керуючих систем, кабельних трас, а також засобів автоматизації та зв'язку, в тому числі їх опорних та конструктивних елементів (далі - вироби) I та II категорій сейсмостійкості.

2. Обґрунтування сейсмостійкості виробів виконується експериментальними методами. Інші методи можуть застосовуватися лише в разі достатніх обґрунтувань коректного функціонування виробів під час та після сейсмічних впливів згідно з технічною документацією на відповідні вироби (ТУ, ТЗ, паспорти тощо).

3. Випробування виробів на сейсмічні впливи виконується відповідно до вимог та положень спеціальних нормативних документів і стандартів.

4. Випробування виробів виконується в зібраному, закріпленому, відрегульованому та працездатному стані в режимі, що імітує робочий стан. Якщо маса та/або габаритні розміри чи конструкція виробів не дозволяють випробовувати їх у такому стані, за умови надання відповідних обґрунтувань вироби випробовуються частинами. При цьому надаються підтвердження їх коректного функціонування під час та після сейсмічних впливів згідно з технічною документацією на відповідні вироби.

5. Обґрунтування сейсмостійкості виробів виконується з використанням як сейсмічного навантаження поверхових акселерограм та/або спектрів впливу, отриманих на основі інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах, чи синтезованих акселерограм, притаманних майданчику розташування АС. Використання інших даних допускається у випадку, зазначеному в **підпункті 3** пункту 8 глави 3 розділу V цих Вимог.

6. Технологічні умови експлуатації виробів АС враховуються в комбінаціях із сейсмічними впливами відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3. Сполучення технологічних умов експлуатації виробів АС і сейсмічних впливів для обґрунтування сейсмостійкості електротехнічного обладнання, обладнання інформаційних і керуючих систем, кабельних трас, а також засобів автоматизації та зв'язку, в тому числі їх опорних і конструктивних елементів

№ з/п	Категорія сейсмостійкості	Номер сполучення навантажень	Впливи ¹⁾				
			технологічні			сейсмічні	
			НЕ	ПНЕ	ПА	ПЗ	МРЗ
1	I	1 ²⁾	+	-	+	-	+
2	I	2	+	-	+	+	-

3	I	3	-	+	-	-	+
4	I	4	+	-	-	-	+
5	II	5	+	-	-	+	-
6	II	6	-	+	-	+	-

1) Знак “+” означає необхідність включення цих впливів у відповідне сполучення. Знак “-” означає, що ці впливи не включаються до відповідного сполучення.

2) Сполучення 1 застосовується для виробів, що забезпечують локалізуючу функцію безпеки герметичного огороження.

{Таблиця 3 глави 5 розділу III із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

7. При проектуванні запобігають виникненню резонансів виробів на власних частотах коливань опорних і конструктивних елементів. Якщо реакцію обладнання зменшити неможливо, збільшується демпфування системи.

8. Неприпустимим є співударяння виробів із сусідніми елементами та конструкціями в результаті їх коливань під час землетрусу.

6. Вимоги до розрахункових моделей і застосування комп'ютерних розрахункових кодів

1. Розрахункова модель (схема) будівельних конструкцій, обладнання та трубопроводів АС повинна відображати важливі для оцінки сейсмостійкості особливості геометрії елементів, а також розподілу мас і жорсткостей.

2. При визначенні параметрів коливань і напружено-деформованого стану будівельних конструкцій розрахункову модель (схему) допускається приймати у вигляді системи із зосередженими масами. Зосереджені маси розташовуються в рівнях перекриттів, в місцях спирання (розміщення) основного обладнання та в інших характерних точках.

{Пункт 2 глави 6 розділу III із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

3. При моделюванні будівель і споруд допускається структурний поділ на основні системи та підсистеми. До основних систем відносять великі споруди, які розглядаються з урахуванням взаємодії «грунт - конструкція». Інші конструкції та елементи, сполучені з основними системами, відносять до підсистем.

4. Моделі основ будівель і споруд розробляються з урахуванням особливостей масиву ґрунту (його шаруватості, товщини й протяжності шарів, фізичних, пружнопластичних, в'язких та інерційних властивостей ґрунтів кожного шару).

5. Розрахункова модель обладнання та трубопроводів повинна забезпечити достатнє обґрунтування сейсмостійкості кожного елемента системи, що розглядається.

6. Експлуатуюча організація забезпечує використання валідованих та верифікованих програмних засобів та розрахункових моделей для обґрунтування сейсмостійкості споруд, систем та елементів енергоблоків АС.

IV. Вимоги до антисейсмічних попереджувальних та захисних заходів

1. У районі розташування АС експлуатуюча організація організовує спеціальну локальну мережу постійно діючих високочутливих станцій сейсмічного моніторингу майданчика АС. Для цього експлуатуюча організація залучає спеціалізовану організацію (організацію), яка (які) має (мають) необхідний досвід та ресурси для забезпечення сейсмічного моніторингу.

2. Сейсмічний моніторинг АС забезпечує безперервну реєстрацію (спостереження) сейсмічних і сейсмоакустичних сигналів за допомогою локальної мережі сейсмічних станцій в районі майданчика на відстані до 20-30 км від АС. Високочутливі прилади та прилади сильних рухів встановлюються також на вільній поверхні ґрунту майданчика. Одержані з їх допомогою дані реєстрації землетрусів, вибухів і мікросейсмічного шуму використовуються для визначення реакції майданчика, розрахункових імовірнісних значень параметрів руху ґрунту, побудови розрахункових акселерограм, імовірнісних кривих сейсмічної небезпеки тощо.

3. Основні завдання локальної мережі сейсмологічного моніторингу:

реєстрація місцевих землетрусів, вибухів і мікросейсм;

контроль варіацій сейсмічної активності в регіоні, районі й ближній зоні розташування майданчика, пов'язаних з процесами, які передують сильним землетрусам;

контроль слабких землетрусів, мікроземлетрусів, сейсмоакустичної емісії, які виникають на активізованих тектонічних структурах, для одержання об'єктивної інформації про наявність (або відсутність) змін геодинамічної ситуації, повільних деформацій верхньої частини земної кори, зміщення блоків, які можуть бути небезпечними для АС;

одержання даних для імовірнісного аналізу сейсмічної безпеки енергоблоків АС, виявлення сейсмоактивних розломів, зон розсіяної сейсмічності, встановлення їх характеристик, визначення кількісних параметрів ПЗ і МРЗ з місцевих і віддалених сейсмоактивних зон, включаючи розрахункові акселерограми та спектри реакції;

одержання даних про резонансні властивості ґрунтів на майданчику АС, які дозволяють ефективно захищатись від майбутніх прогнозованих сейсмічних впливів шляхом внесення змін у власні періоди коливань об'єктів і відповідальних конструкцій для уникнення резонансних ефектів;

одержання об'єктивної інформації про параметри сейсмічних впливів на об'єкти АС при сильних місцевих і віддалених землетрусах для прийняття рішень про необхідність (або

відсутність необхідності) додаткової перевірки сейсмостійкості та надійності споруд, систем та елементів;

сейсмічний контроль стабільності (змін) несучих властивостей та динамічної стійкості ґрунтів майданчика АС;

сигналізація у випадку землетрусу.

4. Для забезпечення автоматичної аварійної зупинки реактора при землетрусах заданої інтенсивності на АС передбачається система сейсмометричного контролю й сигналізації, пов'язана із системою аварійного захисту реактора. Рівень інтенсивності сейсмічного впливу, при досягненні якого система сейсмометричного контролю й сигналізації забезпечує видачу команди на автоматичну аварійну зупинку реактора, визначається експлуатуючою організацією та обґрунтовується в ЗАБ.

5. Адміністрація АС розробляє план аварійної готовності АС до впливу землетрусів, який має визначати:

заходи з підготовки АС до впливу землетрусу;

дії персоналу АС у випадку землетрусу рівня, меншого за визначений для автоматичної аварійної зупинки реактора;

дії персоналу АС у випадку спрацювання автоматичної аварійної зупинки реактора внаслідок землетрусу;

заходи, необхідні для відновлення роботи енергоблоків АС після землетрусів у випадку їх зупинки, спричиненої землетрусом. Вказані заходи обов'язково мають містити виконання оглядів АС після землетрусів і враховувати найкращу світову практику й рекомендації МАГАТЕ.

6. Вторинні ефекти від землетрусів, такі як затоплення, втрата водопостачання, пожежі, руйнування інфраструктури поблизу майданчика АС (у тому числі руйнування автошляхів, мостів, дамб на річках та водосховищах), враховуються в аналізі сейсмічної безпеки енергоблоків АС. Потужні землетруси можуть призвести до аварій на підприємствах поблизу майданчика, вибухів та викидів в навколишнє середовище хімічних речовин. Такі можливі події розглядаються в ЗАБ при аналізі сейсмічної безпеки енергоблоків АС.

V. Вимоги до переоцінки сейсмічної безпеки енергоблоків АС, що знаходяться в експлуатації

1. Переоцінка сейсмічної небезпеки майданчика АС на основі оновлених даних сейсмічного моніторингу

1. Сейсмічність майданчика АС визначається на основі спеціальних досліджень згідно з **розділом II** цих Вимог у разі, якщо така оцінка не була виконана на етапі вибору майданчика, а також уточнюється з урахуванням отримання оновлених даних системи сейсмічного моніторингу майданчика та району розташування АС. Після обробки даних та за умови надання достатніх обґрунтувань врахована при проектуванні АС сейсмічність майданчика може бути переглянута.

2. У разі обґрунтованого збільшення сейсмічності майданчика АС експлуатуюча організація обґрунтовує безпечну експлуатацію АС з урахуванням такого збільшення й за необхідності розробляє відповідні компенсуючі заходи.

3. У разі прийняття рішення про розширення АС (заміщення виведених з експлуатації енергоблоків або будівництво нових) виконується переоцінка (уточнення) сейсмічної небезпеки майданчика АС як за результатами попередніх робіт, так і за новими даними, одержаними в результаті режимних неперервних моніторингових досліджень майданчика АС.

4. Результати уточнення сейсмічної небезпеки майданчика АС без створення локальних мереж сейсмологічного моніторингу й формування комп'ютерної бази неперервних сейсмологічних спостережень на майданчику і в районі його розташування є не достатніми для оцінки сейсмічної небезпеки майданчика АС.

2. Переоцінка сейсмічної безпеки енергоблоків АС

1. Переоцінка сейсмічної безпеки енергоблоків АС проводиться:

у разі зміни сейсмічних характеристик майданчика АС, врахованих при проектуванні енергоблоків АС, за результатами даних сейсмічного моніторингу;

у разі якщо проектування енергоблоків АС виконувалося з відхиленням від вимог розділу III цих Вимог;

у разі внесення змін в проект енергоблоків АС, що можуть вплинути на рівень їх безпеки;

після впливів землетрусів, потужність яких перевищує визначений рівень МРЗ майданчика АС;

{Абзац п'ятий пункту 1 глави 2 розділу V в редакції Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

на вимогу Держатомрегулювання.

2. Переоцінка сейсмічної безпеки енергоблоків АС починається з розробки детальної програми переоцінки. Зазначена програма розробляється експлуатуючою організацією й погоджується з Держатомрегулюванням. Сейсмічна кваліфікація обладнання, визначена в главі 3 цього розділу, є частиною програми переоцінки сейсмічної безпеки енергоблоків АС.

3. В програмі переоцінки сейсмічної безпеки енергоблоків АС вказуються причини, цілі та задачі переоцінки.

4. Програма переоцінки сейсмічної безпеки енергоблоків АС складається з таких основних етапів:

вибір та обґрунтування рівня (рівнів) і характеристик землетрусу, з урахуванням яких буде здійснюватися переоцінка. Вибір рівня землетрусу залежить від категорії сейсмостійкості споруд, систем та елементів і визначається з урахуванням запасу відповідно до пункту 12 розділу I цих Вимог;

{Абзац другий пункту 4 глави 2 розділу V із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

розробка переліку споруд, систем та елементів, що підлягають сейсмічній переоцінці;

збір існуючої інформації щодо проектної сейсмостійкості конструкцій, систем та елементів енергоблоків АС та їх сейсмічних запасів (ТУ, ТЗ, паспорти, розрахунки, результати кваліфікації обладнання тощо);

вибір (розробка) детальної методології сейсмічної переоцінки споруд, систем та елементів;

виконання додаткових геотехнічних та сейсмологічних досліджень (за необхідності);

сейсмічна переоцінка будівель і споруд енергоблоків АС (включаючи підготовку моделі ґрунту, моделей будівельних конструкцій, взаємодії «ґрунт - конструкція», розрахунки відгуку конструкцій і визначення внутрішніх зусиль та переміщень) з урахуванням фактора старіння;

сейсмічна переоцінка систем та елементів енергоблоків АС, включаючи детальне візуальне інспектування;

визначення конструкцій, систем та елементів, сейсмостійкість яких повинна бути підвищена до необхідного рівня;

розроблення й реалізація заходів щодо підвищення сейсмостійкості конструкцій, систем та елементів.

5. Переоцінка сейсмічної безпеки енергоблоків АС виконується із застосуванням як детерміністичного методу аналізу, так і ймовірнісного аналізу безпеки.

{Пункт 5 глави 2 розділу V в редакції Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

6. При виконанні ймовірнісного аналізу безпеки енергоблоків АС при сейсмічних впливах як вихідні дані використовуються результати ймовірнісного аналізу сейсмічної небезпеки майданчика відповідно до **пункту 2** глави 4 розділу II цих Вимог.

7. Детальні візуальні інспекції енергоблоків АС є обов'язковою складовою обраного методу переоцінки, оскільки дозволяють отримати фактичну інформацію про стан споруд, систем та елементів на момент виконання переоцінки з урахуванням старіння. Вимоги до складу інспекцій наводяться у розроблених експлуатуючою організацією програмах та методиках.

8. За результатами сейсмічної переоцінки енергоблоків АС експлуатуюча організація в разі необхідності розробляє та погоджує з Держатомрегулюванням технічні рішення щодо виконання модифікацій конструкцій, систем та елементів енергоблоків АС з метою підвищення їх сейсмостійкості до необхідного рівня.

3. Вимоги до сейсмічної кваліфікації обладнання

1. Сейсмічна кваліфікація обладнання проводиться:

при постачанні на АС нового (модернізованого) обладнання;

у разі відсутності на АС документації, яка підтверджує виконання обладнанням необхідних функцій безпеки при сейсмічних впливах;

при зміні сейсмічних характеристик майданчика АС, врахованих при проектуванні АС, за результатами сейсмічного моніторингу;

при невідповідності сейсмостійкості обладнання вимогам **пункту 11** розділу I цих Вимог;

на вимогу Держатомрегулювання.

2. Для нового й/або модернізованого обладнання енергоблоків АС, важливого для безпеки, кваліфікаційні вимоги включаються експлуатуючою організацією в ТЗ на його розробку, а розробником (виробником) - у ТУ (специфікації) на виготовлення (поставку) обладнання. Зазначене обладнання повинне повною мірою відповідати вимогам із сейсмостійкості з урахуванням сейсмічних характеристик майданчика АС, для потреб якої воно виготовлюється (постачається).

3. Вимоги до складу й порядку проведення сейсмічної кваліфікації обладнання встановлюються в програмах кваліфікації обладнання, які розробляються експлуатуючою організацією та погоджуються з Держатомрегулюванням.

4. Кваліфікація обладнання виконується з урахуванням його старіння.

5. Процес сейсмічної кваліфікації обладнання включає такі етапи:

1) підготовка проектних вихідних даних для проведення кваліфікації (переліки обладнання, що підлягає кваліфікації; кваліфікаційні вимоги - акселерограми, спектри відгуку, спектри впливу для інтенсивності землетрусу, на які проводиться кваліфікація);

2) встановлення (підвищення) кваліфікації (оцінка стану та підвищення кваліфікації обладнання, що експлуатується; встановлення кваліфікації нового, модернізованого обладнання);

3) збереження кваліфікації (виконання заходів для забезпечення відповідності обладнання умовам та обмеженням кваліфікації протягом всього строку експлуатації).

6. Результати сейсмічної кваліфікації обладнання використовуються при розробці ЗАБ енергоблоків АС, матеріалів обґрунтування щодо продовження строку експлуатації енергоблоків АС; переоцінці безпеки енергоблоків АС; розробці та перегляді меж і умов безпечної експлуатації, аварійних інструкцій; встановленні технічних вимог до обладнання; розробленні заходів з модернізації, реконструкції, підвищення рівня безпеки АС.

7. Програми та методики, які застосовуються в процесі сейсмічної кваліфікації обладнання, погоджуються з Держатомрегулювання. Рекомендовані методи сейсмічної кваліфікації систем та елементів енергоблоків АС наводяться в **додатку 2** до цих Вимог.

8. Для проведення сейсмічної кваліфікації обладнання встановлюються такі вимоги до вихідних даних:

1) експлуатуюча організація розробляє і узгоджує з Держатомрегулюванням перелік обладнання, що підлягає сейсмічній кваліфікації;

2) параметри сейсмічних впливів (акселерограми, спектри відгуку, спектри впливів), отримані за результатами спеціальних досліджень сейсмічності майданчика розміщення АС, розрахунку динамічних характеристик будівель і споруд АС, погоджені Держатомрегулюванням, є кваліфікаційними вимогами для проведення сейсмічної кваліфікації обладнання й приводяться в ЗАБ енергоблоків АС. Розглядаються два горизонтальні компоненти сейсмічного впливу й один вертикальний;

3) у разі відсутності в ЗАБ спеціальних параметрів сейсмічних впливів для конкретного енергоблоку АС за погодженням з Держатомрегулюванням використовуються стандартні параметри сейсмічних впливів, передбачені нормами, правилами та стандартами;

4) до обладнання та виробів, які влаштовуються на проміжних конструкціях (наприклад, на трубопроводі, арматурі, опорних конструкціях, стелажах) або входять до складу комплектних виробів (шаф, щитів, панелей, пультів тощо), встановлюються додаткові кваліфікаційні вимоги залежно від амплітудно-частотної характеристики або функціонально-частотної характеристики проміжних конструкцій і комплектних виробів відповідно до вимог чинних стандартів, а також інших документів, узгоджених Держатомрегулюванням.

{Главу 4 розділу V виключено на підставі Наказу Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

**Директор Департаменту
з питань безпеки
ядерних установок -
заступник Головного
державного інспектора
з ядерної та радіаційної
безпеки України**

Б.В. Столярчук

Додаток 1
до Вимог до сейсмостійкого проектування
та оцінки сейсмічної безпеки
енергоблоків атомних станцій
(пункт 8 глави 4 розділу III)

ДОПУСТИМІ НАПРУЖЕННЯ при обґрунтуванні сейсмостійкості обладнання та трубопроводів енергоблоків АС

Сполучення навантажень та допустимі напруження для обладнання та трубопроводів

Категорія сейсмостійкості	Сполучення навантажень	Розрахункова група категорій напружень	Критерії міцності
I	HE+MP3 ПHE+MP3 HE+ПА+ПЗ HE+ПА+MP3	$(\sigma_s)_1$ $(\sigma_s)_2$	1,4 $[\sigma]$ 1,8 $[\sigma]$
	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\sigma_s)_1$ $(\sigma_s)_2$	1,2 $[\sigma]$ 1,6 $[\sigma]$
II	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\sigma_s)_1$ $(\sigma_s)_2$	1,5 $[\sigma]$ 1,9 $[\sigma]$

Сполучення навантажень та допустимі напруження для болтів та шпильок

Категорія сейсмостійкості	Сполучення навантажень	Розрахункова група категорій напружень	Критерії міцності
I	HE+MP3 ПHE+MP3 HE+ПА+ПЗ HE+ПА+MP3	$(\sigma_s)_{3w}$ $(\sigma_s)_{4w}$	1,4 $[\sigma]_w$ 2,2 $[\sigma]_w$

	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\sigma_s)_{3w}$ $(\sigma_s)_{4w}$	1,2 $[\sigma]_w$ 2,0 $[\sigma]_w$
II	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\sigma_s)_{3w}$ $(\sigma_s)_{4w}$	1,5 $[\sigma]_w$ 2,3 $[\sigma]_w$

Сполучення навантажень та допустимі напруження зминання

Категорія сейсмостійкості	Сполучення навантажень	Категорія напружень	Критерії міцності
I	HE+MP3 ПHE+MP3 HE+ПА+ПЗ HE+ПА+MP3	$(\sigma_s)_s$	2,7 $[\sigma]$
	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\sigma_s)_s$	2,5 $[\sigma]$
II	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\sigma_s)_s$	3,0 $[\sigma]$

Сполучення навантажень та допустимі напруження зрізу

Категорія сейсмостійкості	Сполучення навантажень	Категорія напружень	Критерії міцності	
			в болтах та шпильках	в елементах, крім болтів та шпильок
I	HE+MP3 ПHE+MP3 HE+ПА+ПЗ HE+ПА+MP3	$(\tau_s)_s$	0,7 $[\sigma]_w$	0,7 $[\sigma]$
	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\tau_s)_s$	0,6 $[\sigma]_w$	0,6 $[\sigma]$

II	HE+ПЗ ПHE+ПЗ	$(\tau_s)_s$	$0,8 [\sigma]_w$	$0,8 [\sigma]$
----	-----------------	--------------	------------------	----------------

Примітка.

В цьому додатку використовуються такі позначення:

σ - розрахункові напруження;

$(\sigma_s)_1$ - група приведених загальних мембранних напружень з урахуванням сейсмічних впливів;

$(\sigma_s)_2$ - група приведених мембранних та загальних згинних напружень з урахуванням сейсмічних впливів;

$(\sigma_s)_{3w}$ - група приведених напружень розтягу в болтах чи шпильках з урахуванням сейсмічних впливів;

$(\sigma_s)_{4w}$ - група приведених напружень у болтах чи шпильках з урахуванням сейсмічних впливів;

$(\sigma_s)_s$ - напруження зминання з урахуванням сейсмічних впливів;

$(\tau_s)_s$ - дотичні напруження зрізу з урахуванням сейсмічних впливів;

$[\sigma]$; $[\sigma]_w$ - номінальні допустимі напруження.

{Додаток 1 із змінами, внесеними згідно з Наказом Державної інспекції ядерного регулювання № 265 від 25.06.2018}

Додаток 2
до Вимог до сейсмостійкого проектування
та оцінки сейсмічної безпеки
енергоблоків атомних станцій
(пункт 7 глави 3 розділу V)

**РЕКОМЕНДОВАНІ МЕТОДИ
сейсмічної кваліфікації систем та елементів енергоблоків АС**

Конструктивний елемент	Переважаючий метод кваліфікації			Основні вимоги до сейсмостійкості систем та елементів
	Аналіз	Випробування	Досвід експлуатації	
Реактор і внутрішньо- корпусні пристрої (зокрема корпус реактора, верхній блок, кришка)	+	-	-	Міцність, стійкість
Приводи стрижнів системи управління та захисту	-	+	-	Функціональність
Елементи першого контура, компенсатор тиску, парогенератор, головний циркуляційний насос, головна запірна засувка та інше масивне обладнання, випробування якого неможливе з технічних причин	+	-	+	Функціональність, міцність, стійкість

Активні механічні елементи (клапани з приводами, насоси тощо)	+	+	+	Функціональність, міцність, стійкість
Пасивні механічні елементи (резервуари, теплообмінники, фільтри тощо)	+	-	+	Функціональність, міцність, стійкість
Високоенергетичні трубопроводи великого і малого діаметрів	+	-	-	Міцність, стійкість
Трубопроводи малого діаметра, холодні трубопроводи великого діаметра, трубопроводи систем опалювання, вентиляції і кондиціонування	+	-	-	Міцність, стійкість
Елементи електричного обладнання (електричні шафи, трансформатори, генератори, батареї, кабельна продукція)	+	+	+	Функціональність основного обладнання, міцність і стійкість опорних конструкцій
Елементи обладнання систем опалювання, вентиляції і кондиціонування	+	+	+	Функціональність, міцність, стійкість

(вентилятори, охолоджувачі)				
Елементи обладнання інформаційних і керуючих систем (панелі і шафи, прилади на стелажах, температурні датчики)	+	+	+	Функціональність основного обладнання, міцність і стійкість опорних конструкцій
Основні реле і інші чутливі прилади	-	+	-	Функціональність
Будівельні конструкції будівель і споруд	+	-	-	Міцність, стійкість

Примітка.

Знак “ + ” відображає рекомендований метод сейсмічної кваліфікації для конструктивного елемента. Знак “ - ” означає, що вказаний метод сейсмічної кваліфікації не рекомендований або неможливий для конструктивного елемента.



Про затвердження Вимог до сейсмостійкого
проектування та оцінки сейсмічної безпеки
енергоблоків атомних станцій
Наказ; Держатомрегулювання від 17.10.2016 № 175
Редакція від **07.08.2018**, підстава — [z0813-18](#)
Постійна адреса:
<https://zakon.rada.gov.ua/go/z1449-16>

Законодавство України
станом на 09.06.2025

чинний



z1449-16

Публікації документа

- Офіційний вісник України від 29.11.2016 — 2016 р., № 92, стор. 92, стаття 3013, код акта 83818/2016