

Інструментальні спостереження на постійній мережі сейсмічного моніторингу Рівненської АЕС

Ю.А. Андрущенко, В.І. Осадчий, О.І. Лящук, І.В. Корнієнко, 2020

Головний центр спеціального контролю НЦУВКЗ ДКА України, смт Городок, Україна

Надійшла 8 квітня 2020 р.

У відповідності до договору № 1881 від 30.11.2018 р. між Державним підприємством «Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом"» і Національним центром управління та випробувань космічних засобів, фахівці Головного центру спеціального контролю проаналізували результати інструментальних спостережень на постійній мережі сейсмічного моніторингу Рівненської АЕС. Основна мета виконання робіт — аналіз результатів сейсмічного моніторингу та надання висновків щодо необхідності змін вихідних даних для оцінювання сейсмостійкості майданчика ВП Рівненської АЕС у Держатомрегулювання. Наведено відомості про організацію і облаштування мережі сейсмічного моніторингу в районі Рівненської АЕС, а також результати аналізу завадової обстановки та впливу мікросейсмів різного порядку на здатність реєстрації корисних сигналів на елементах мережі. За записами, отриманими з використанням сейсмічних датчиків, установлених у приладових свердловинах та на земній поверхні, розраховано усереднені значення мікросейсмічного фону в пунктах реєстрації. За результатами аналізу визначено, що середній рівень сейсмічного фону в районі розташування Рівненської АЕС змінюється в межах 0,003—0,424 мкм. Максимальна інтенсивність мікросейсмічних шумів спостерігається в районі промислового майданчика Рівненської АЕС. У процесі інструментальних спостережень зареєстровано локальні, регіональні й телесеїсмічні події різної природи та енергетичного рівня. Переважна більшість епіцентрів зареєстрованих землетрусів знаходяться на території Румунії в сейсмоактивній зоні Вранча, в Польщі та у південній частині Білорусі. За результатами обробки сейсмічних записів визначено інтенсивності сейсмічних подій у районі розташування Рівненської АЕС, зроблено висновки щодо необхідності змін вихідних даних для оцінювання сейсмостійкості майданчика станції.

Ключові слова: сейсмічна станція, землетрус, глибина, гіпоцентр, макросейсмічні спостереження.

Вступ. Згідно з вимогами до сейсмостійкого проєктування та оцінювання сейсмічної безпеки енергоблоків атомних електростанцій (АЕС) [НП 306.2.208-2016], у районі їх розташування експлуатаційне підприємство організовує спеціальну локальну мережу постійно діючих високочутливих станцій сейсмічного моніторингу. В процесі виконання «Плану заходів з оцінки сейсмічної небезпеки і перевірки сейсмостійкості діючих АЕС» на Рівненській АЕС (РАЕС) розгорнуто мережу сейсмологічного моніторингу.

Проведення сейсмічного моніторингу на постійній мережі сейсмічного моніторингу

в районі РАЕС для забезпечення сейсмологічної безпеки передбачає вирішення таких завдань:

- спостереження за місцевою сейсмічністю в радіусі до 150 км, за особливої уваги на вивчення можливої місцевої сейсмічності у ближній зоні АЕС;
- спостереження за мікроземлетрусами і їх динамікою в просторі й часі;
- реєстрація місцевих і сильних віддалених землетрусів;
- уточнення кількісних параметрів сейсмологічних впливів при ПЗ і МРЗ із місцевих сейсмоактивних зон і зони Вранча на підставі матеріалів сейсмологічних спо-

стережень, проведених безпосередньо на майданчику АЕС, і даних щодо згадання сейсмічної енергії з відстанню за даними всіх пунктів системи;

- виконання функцій раннього оповіщення у разі виникнення сильного або катастрофічного землетрусу.

У відповідності до договору № 1881 від 30.11.2018 р., оперативну обробку сейсмічних сигналів, зареєстрованих на елементах локальної сейсмологічної мережі, яку встановлено в районі розташування РАЕС, здійснює Головний центр спеціального контролю Державного космічного агентства (ГЦСКДКА) України. Крім того, на ГЦСК покладено функції узагальнення та поглибленого аналізу інформації, отриманої за результатами сейсмологічних спостережень.

Організація і облаштування мережі сейсмічного моніторингу в районі Рівненської АЕС. Мережа сейсмічного моніторингу РАЕС складається з шести пунктів спостереження, розташованих на території постів автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки (АСКРО). Поверхневий датчик встановлено на промисловому майданчику станції, решта — на центральному посту в м. Кузнецовськ та в радіусі 10 км від РАЕС у селах Сопачів, Полиці, Старий Чорторийськ і Костюхнівка. Сейсмоприймачі встановлені у свердловинах різної глибини: від 33 м у с. Сопачів до 90 м у с. Старий Чорторийськ. У табл. 1 наведено координати свердловин.

Коливання ґрунту реєструються сейсмоприймачами виробництва компанії Gü-

ralp System Limited. У свердловинах встановлені трикомпонентні сейсмоприймачі CMG-SPB. Сигнали від свердловинних сейсмоприймачів перетворюються у цифровий вигляд за допомогою аналого-цифрового перетворювача DM24. Дигітайзер Güralp DM24 реалізований у формі свердловинного зонда, який встановлюють безпосередньо у свердловині разом із сейсмоприймачем.

Елементи системи сейсмічного моніторингу об'єднані єдиною телеметричною системою, що виконує функції збору інформації одночасно зі всіх елементів групи. Центр збору, обробки і зберігання інформації знаходиться у приміщенні центрального посту контролю АСКРО.

Мікросейсмічність району розташування Рівненської АЕС. З метою вивчення шумової ситуації в місцях розташування елементів сейсмологічної мережі в процесі здійснення інструментальних спостережень постійно проводився аналіз завадової обстановки та впливу мікросейсмів різного порядку на здатність реєстрації корисних сигналів на елементах мережі. За записами, які отримано з використанням сейсмічних датчиків, встановлених у приладових свердловинах та на земній поверхні, розраховано усереднені значення мікросейсмічного фону в пунктах реєстрації. Результати розрахунків наведено в табл. 2.

За даними табл. 2, амплітуди сейсмічного фону, які розраховано за сейсмічними записами, отриманими в результаті інструментальних спостережень на земній поверхні, достатньо високі. Це пов'язане з

Т а б л и ц я 1 . Координати та глибини свердловин сейсмологічної мережі Рівненської АЕС

Пункт сейсмічного моніторингу	Координати свердловин, град		Населений пункт
	Широта	Довгота	
RNPP 1	51,349°770	25,765°735	с. Костюхнівка
RNPP 2	51,326°640	25,889°650	Промисловий майданчик РАЕС
RNPP 5	51,229°108	25,885°455	с. Старий Чорторийськ
RNPP 6	51,258°341	26,064°071	с. Полиці
RNPP 8	51,336°238	25,854°780	м. Кузнецовськ
RNPP 6	51,41°1975	25,890°536	с. Сопачів

Т а б л и ц я 2 . Значення амплітуд мікросейсмів у пунктах реєстрації за сейсмічними записами

Пункт	Розташування пункту спостережень	Амплітуда сейсмічного фону, мкм
RNPP 1	с. Костюхнівка	0,004
RNPP 2	Промисловий майданчик РАЕС	0,424
RNPP 5	с. Старий Чорторийськ	0,005
RNPP 6	с. Полиці	0,004
RNPP 8	м. Вараш	0,004
RNPP 9	с. Сопачів	0,003

виходом на поверхню шару осадових порід і, як наслідок, з високою інтенсивністю мікросейсмів. У свою чергу, встановлення сейсмічного датчика у приладовій свердловині дає ефект значного зменшення рівня мікросейсмічного фону.

Найоб'єктивнішою характеристикою мікросейсмічних шумів на тій чи іншій станції є спектр. Для отримання стійкої оцінки середнього спектра, що характеризує умови реєстрації сейсмічних коливань, аналізу підлягає репрезентативний інтервал запису. Цей інтервал має бути тим більшим, чим більший період досліджуваних мікросейсмів. Для отримання репрезентативної оцінки спектра було проаналізовано 60-хвилинний інтервал запису шумів. Попередню оцінку спектра визначали у 10-секундному «вікні» на інтервалі 60 с. Середній з 10 спектрів, отриманих на 60-секундному інтервалі, брали за вихідну оцінку. Кінцеву оцінку спектра шуму дістали, усереднивши 60 таких оцінок на 60-хвилинному інтервалі запису [Harjes, 1990; GSE/US/79, 1992]. У такий спосіб одержали об'єктивну характеристику спектральних властивостей шумів, що є досить важливим показником ефективності станцій сейсмологічної мережі РАЕС з виявлення корисних сигналів.

На рис. 1, 2 показано нормовані згладжені спектри та спектрально-часові діаграми шумів, отримані за 10-секундними інтер-

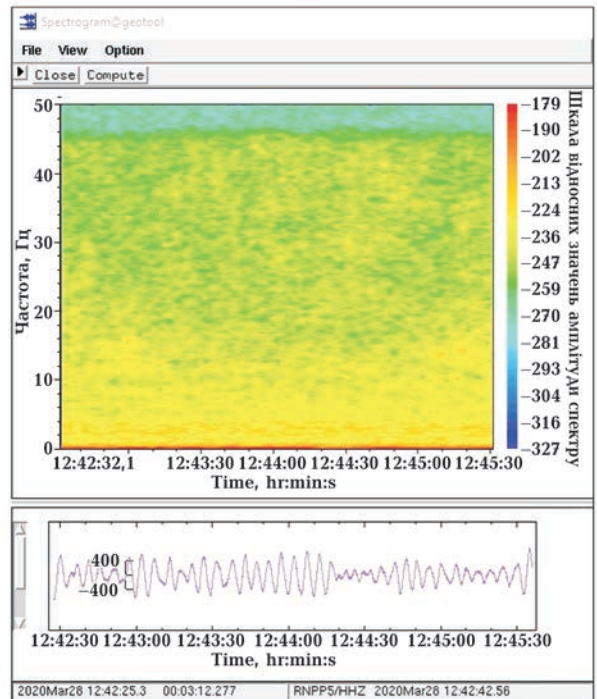
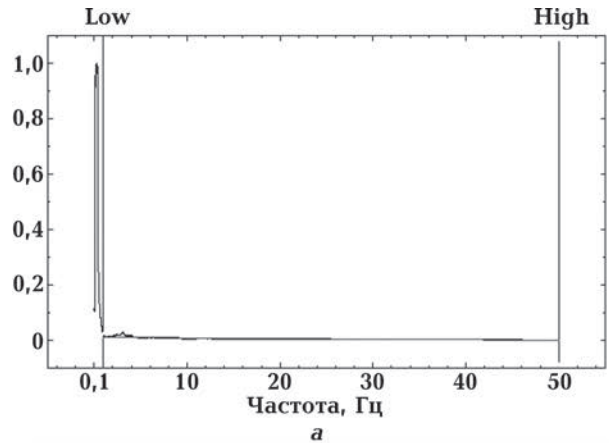
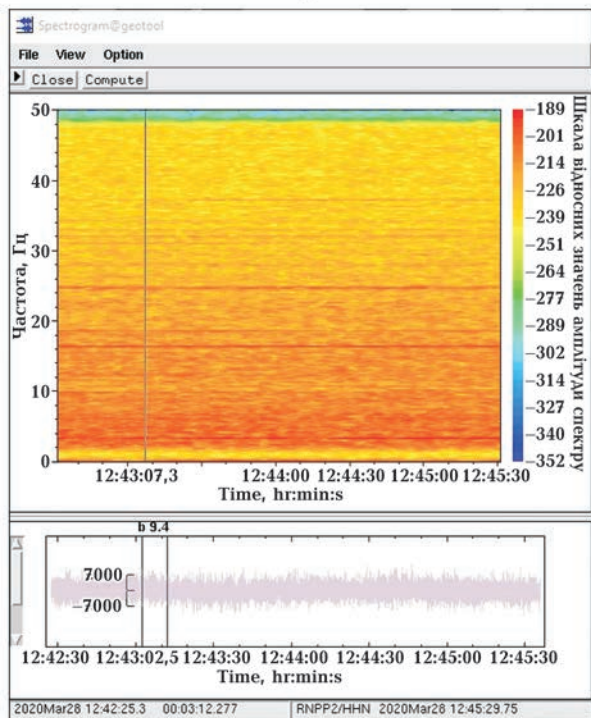
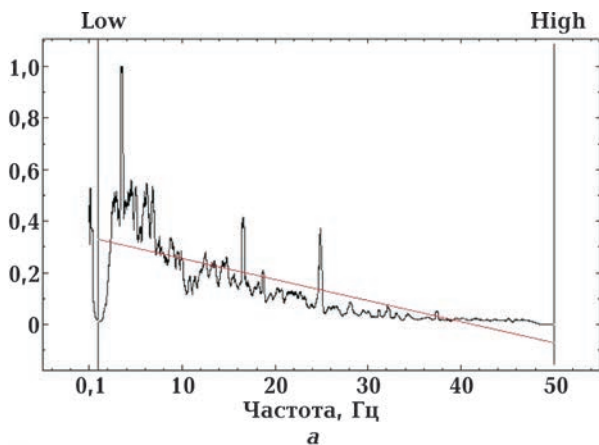


Рис. 1. Нормований згладжений спектр (а) та спектрально-часова діаграма (б) шуму, отримані за записом ширококутового сейсмометра CMG-SPB у свердловині на пункті сейсмічних спостережень RNPP 5.
Fig. 1. Normalized smoothed spectrum (a) and spectral-temporal diagram (b) of the noise obtained according to the record of wideband seismometer CMG-SPB in the borehole at the site of seismic observations RNPP 5.



б

Рис. 2. Нормований згладжений спектр (а) та спектрально-часова діаграма (б) шуму, отримані за записом ширококутового сейсмометра CMG-SPB на поверхні в пункті сейсмічних спостережень RNPP 2.

Fig. 2. Normalized smoothed spectrum (a) and spectral-temporal diagram (b) and of the noise obtained according to the record of wideband seismometer CMG-SPB on the surface at the site of seismic observations RNPP 2.

валами записів ширококутового сейсмометра CMG-SPB на пункті сейсмічних спостережень RNPP 5 у свердловині на глибині 90 м і на поверхні на пункті сейсмічних спостережень RNPP 2. Бачимо, що на відміну від поверхневих сейсмоприймачів при

реєстрації в свердловині на частотах понад 1 Гц густина спектральної потужності шумів знижується більш як на один порядок. Цей результат показує, що слабкі високочастотні сигнали можуть бути виявлені лише за реєстрації в свердловинах.

Таким чином, можна констатувати низьку ефективність наземних геофізичних спостережень при реєстрації високочастотних сигналів від локальних сейсмічних подій порівняно зі спостереженнями у свердловинах. Водночас сейсмологічні спостереження на земній поверхні необхідні для реєстрації «поверхневих» шумів, передусім техногенних. Крім того, розділення сигналів від локальних до глобальних геодинамічних процесів потребує зіставлення даних, отриманих у свердловині й на поверхні, з результатами спостережень за природними і техногенними впливами на земну кору [Землетрясения ..., 2007]. Це дає змогу ідентифікувати впливи окремих факторів та здійснювати моніторинг стану земної кори, точніше оцінювати фоновий рівень поля мікросейсмів, кількісно оцінювати енергетичні параметри зареєстрованих сейсмічних подій.

Виявлення сейсмічних джерел на території України. Під час оцінювання сейсмічності території розміщення РАЕС крім впливу сильних регіональних землетрусів необхідно розглядати вплив землетрусів з локальних сейсмоактивних або потенційно сейсмоактивних вогнищевих зон на території України.

Координати епіцентрів зареєстрованих сейсмічних подій визначають шляхом мережної обробки, до якої залучають дані сейсмологічної мережі РАЕС і станцій ГЦСК. З метою локації застосовують програму LocSat [Bratt, 1988], що входить до складу програмного комплексу Geotool [Coyne, 2003]. Програма враховує не лише перші вступні поздовжніх хвиль, а й виділені вторинні фази (S_n , L_g , L_R) з урахуванням їх модельних похибок (можливих статистичних відхилень). Це дає змогу отримувати стійкі розв'язки навіть за невеликої кількості станцій, що зареєстрували подію. Крім того, в цій програмі можна використовувати дані

щодо азимутів та повільностей, розрахованих для кожної з цих фаз, що особливо важливо за участі в локації даних сейсмічних груп.

Загалом у період з 2017 по 2019 р. станціями сейсмологічної мережі РАЕС було зареєстровано 11 локальних землетрусів на території України (табл. 3). Епіцентри переважної більшості з них знаходяться в межах Івано-Франківської, Тернопільської та Львівської областей. Магнітуди сейсмічних подій варіюють від 1,9 до 3,3. Розрахункові інтенсивності сейсмічних подій в районі РАЕС, спричинені цими землетрусами, становлять менше 1 бала. Максимальні епіцентральні відстані, на яких сейсмологічною мережею РАЕС реєструються локальні сейсмічні події, дорівнюють порядку 300 км.

Зіставлення розподілу епіцентрів зазначених землетрусів з розломною тектонікою південно-західної частини Східноєвропейської платформи показало, що вогнища сейсмічних подій приурочені, в основному, до різних зон розломів. Більшість епіцентрів зареєстрованих місцевих землетрусів роз-

міщуються в межах Волино-Поділля та Передкарпатського прогину на межі Складчастих Карпат. Цей факт свідчить про значну тектонічну напруженість земної кори в регіоні, яка в зонах активних розломів може спричиняти як повільні, так і швидкі рухи, що супроводжуються землетрусами.

Виявлення сейсмічних джерел на територіях держав, суміжних з Україною.

Сейсмологічною мережею РАЕС за час спостережень було зареєстровано 173 сейсмічні події, епіцентри яких знаходилися на територіях держав, суміжних з Україною. Переважна більшість епіцентрів зареєстрованих землетрусів розміщується в межах території Румунії в сейсмоактивній зоні Вранча, а також у Польщі та у південній частині Білорусі.

Гіпоцентри білоруських і польських землетрусів зафіксовано на глибинах 5—15 км. Через незначну глибину вплив цих землетрусів локальний. Інтенсивність сейсмічних подій достатньо швидко згасає зі збільшенням відстані від епіцентру події. Найпотужніший польський землетрус, зареєстрова-

Т а б л и ц я 3 . Сейсмічні джерела на території України, зареєстровані сейсмологічною мережею РАЕС

Дата	T_0	$\varphi, ^\circ$	$\lambda, ^\circ$	M	$h, \text{ км}$	Прискорення складової руху ґрунту в місті реєстрації
08.05.2017	13:03:47	48,52	24,51	2,7	5	$1,25 \cdot 10^{-5} g$
17.08.2017	15:36:06	48,52	24,46	2,8	8	$1,67 \cdot 10^{-5} g$
29.09.2017	21:46:08	49,3	23,58	3,3	5	$2,26 \cdot 10^{-5} g$
31.10.2017	12:36:29	48,52	24,46	2,9	5	$1,68 \cdot 10^{-5} g$
19.02.2018	12:52:17	48,55	24,48	2,7	3	$2,23 \cdot 10^{-5} g$
01.05.2018	12:21:13	49,52	25,82	3	8	$2,12 \cdot 10^{-5} g$
03.05.2018	11:25:45	49,54	25,88	2,6	5	$1,22 \cdot 10^{-5} g$
10.05.2018	11:48:10	48,23	25,26	2,6	3	$1,17 \cdot 10^{-5} g$
11.09.2018	21:00:23	49,76	24,35	2,2	5	$8,25 \cdot 10^{-6} g$
07.04.2019	19:22:04	49,57	27,71	2,6	3	$1,15 \cdot 10^{-5} g$
28.05.2019	7:59:58	49,36	25,60	1,9	3	$7,13 \cdot 10^{-6} g$

Примітка. Розрахункова інтенсивність у районі РАЕС менша за 1 бал.

ний сейсмологічною мережею РАЕС, відбувся 05.07.2019 р. Магнітуда землетрусу дорівнювала 4,7, інтенсивність в епіцентрі I_0 — 5,0. У результаті обробки сейсмічного запису визначено, що пікове прискорення в точці реєстрації дорівнює $5,55 \cdot 10^{-4} g$ і відповідає інтенсивності менш як 1 бал. Відповідно, розрахункова інтенсивність в районі розташування РАЕС для решти зареєстрованих польських та білоруських землетрусів також становила менш як 1 бал.

Таким чином, за результатами інструментальних спостережень можна зробити висновки, що землетруси Польщі та Білорусі мають локальний характер і не впливають на сейсмічність району розташування РАЕС.

Протягом 2017—2019 рр. сейсмологічною мережею РАЕС було зареєстровано 75 землетрусів із сейсмоактивної зони Вранча. Параметри найпотужніших з них наведено в табл. 4.

Особливістю регіональних землетрусів зони Вранча, зареєстрованих сейсмологічною мережею РАЕС, є велика глибина залягання вогнищ. Вогнища зареєстрованих землетрусів розміщуються, в основному, на глибині 125—150 км. У зв'язку з цим зона відчутних сейсмічних подій може простягатися на доволі великі відстані [Чекунов, 1986; Сагалова, 1987]. Крім того, поля інтенсивності цих землетрусів характеризуються значною асиметричністю. Більшість землетрусів мають ізосейсти, витягнуті на

північний схід від вогнищевої зони, але при цьому спостерігаються суттєві відмінності в їх конфігурації. Це може бути зумовлено як відмінностями в глибинах гіпоцентрів, так і особливостями механізму вогнища.

У зв'язку із зазначеним вище при оцінюванні сейсмічного ризику для РАЕС необхідно насамперед розглядати вплив землетрусів сейсмоактивної зони Вранча.

Згідно з даними табл. 4, найпотужніший землетрус сейсмоактивної зони Вранча був зареєстрований сейсмологічною мережею РАЕС 28.10.2018 р. Магнітуда землетрусу дорівнювала 5,6, розрахункова інтенсивність сейсмічних подій в епіцентрі I_0 — 5,2 бала.

У результаті обробки сейсмічного запису було визначено, що пікове прискорення в точці реєстрації дорівнює $4,94 \cdot 10^{-3} g$ та відповідає інтенсивності порядку 2 балів.

Решта землетрусів сейсмоактивної зони Вранча, зареєстрованих сейсмологічною мережею РАЕС, мали значно менші магнітуди та глибини гіпоцентрів, а розрахункові інтенсивності сейсмічних подій, спричинених цими землетрусами в районі розташування РАЕС, становили 1 бал і менше.

Висновки. В процесі обробки матеріалів реєстрації, отриманих на сейсмологічній мережі РАЕС, проведено постійний аналіз завадової обстановки та впливу мікросейсмів різного порядку на здатність реєстрації корисних сигналів на елементах мережі. За результатами аналізу визначено, що середній

Т а б л и ц я 4 . Параметри найпотужніших землетрусів сейсмоактивної зони Вранча, зареєстрованих сейсмологічною мережею РАЕС протягом 2017—2019 рр.

Дата	T_0	$\varphi, ^\circ$	$\lambda, ^\circ$	M	$h, \text{ км}$	Прискорення складової руху ґрунту в місті реєстрації	Розрахункова інтенсивність у районі РАЕС, бали
08.02.2017	15:08:21	45,5	26,2	4,8	125	$6,98 \cdot 10^{-4} g$	1
02.08.2017	2:32:12	45,6	26,4	4,8	130	$7,14 \cdot 10^{-4} g$	1
14.03.2018	10:24:49	45,76	26,53	4,9	140	$7,55 \cdot 10^{-4} g$	1
28.10.2018	0:38:10	45,64	26,39	5,6	150	$4,94 \cdot 10^{-3} g$	2

рівень сейсмічного фону в районі розташування РАЕС змінюється в межах 0,003 — 0,424 мкм. Максимальна інтенсивність мікросейсмічних шумів спостерігається в районі промислового майданчика РАЕС.

Під час проведення інструментальних спостережень зареєстровано локальні, регіональні та телесеїсмічні події різної природи та енергетичного рівня. Результати сейсмічних спостережень на сейсмологічній мережі РАЕС добре корелюються з результатами сейсмічних спостережень на сейсмологічній мережі ГЦСК ДКА України.

В період з 2017 по 2019 р. сейсмологічною мережею РАЕС зареєстровано 184 землетруси, епіцентри яких знаходилися на територіях України та суміжних з нею держав.

При оцінюванні сейсмічного ризику для РАЕС необхідно насамперед розглядати вплив землетрусів сейсмоактивної зони Вранча. Внаслідок великих магнітуд і значних глибин розміщення вогнищ землетруси зони Вранча відчуваються населенням на великій території.

Найпотужніший землетрус сейсмоактивної зони Вранча, зареєстрований за указаний вище період, мав магнітуду 5,6. При цьому пікове прискорення в точці реєстрації дорівнювало $4,94 \cdot 10^{-3} g$, що відповідає

інтенсивності порядку 2 балів. Решта землетрусів на території України та суміжних з нею держав, зареєстрованих сейсмологічною мережею РАЕС, були локальними. Інтенсивність сейсмічних коливань у районі РАЕС, викликаних цими сейсмічними подіями, не перевищувала 1 бал.

Згідно з вимогами до сейсмостійкого проектування та оцінювання сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій, для енергоблоків АЕС незалежно від сейсмічності майданчика пікове значення прискорення горизонтальної складової руху ґрунту за землетрусу, яке відповідає максимальному розрахунковому землетрусу, має бути не меншим за $0,1 g$, що відповідає інтенсивності сейсмічних коливань у 7 балів.

Інструментальні спостереження, які проводили на сейсмологічній мережі РАЕС, не виявили сейсмічних подій, що спричиняли в районі розташування станції коливання з інтенсивністю понад 2 балів. З урахуванням цього на сьогодні відсутня необхідність у змінах вихідних даних для оцінювання сейсмостійкості майданчика РАЕС. Разом з тим рекомендовано подальше проведення інструментальних спостережень для накопичення статистично значущих результатів.

Список літератури

- Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-европейской платформы. Под ред. Н.В. Шарова, А.А. Маловичко, Ю.К. Щукина. Кн. 2: Микросейсмичность. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007, 32 с.
- Наказ Державної інспекції ядерного регулювання України 17.10.2016 № 175. Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1449-16#Text>.
- Сагалова Е.А. Реализация долговременного прогноза в зоне Вранча. *Геофиз. журн.* 1987. Т. 9. № 6. С. 84—94.
- Чекунов А.В. Сейсмоактивный район Вранча — тектонический аспект. *Доп. АН УРСР. Сер. Б.* 1986. № 5. С. 21—26.
- Bratt, S.R., & Bache, T.C. (1988). Locating events with a space network of regional arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 78, 780—798.
- Coyne, J., Clark, K., & Lloyd, S. (2003). *IDC Documentations*. Geotool Software User Tutorial. 50 p.
- Harjes, H.P. (1990). Design and siting of a new regional seismic array in Central Europe. *Bulletin of the Seismological Society of America*, (6), 1801—1817.
- GSE/US/79. High-frequency noise characteristics of stations participating in the Group of scientific experts Second technical test April 22—June 2, 1991 (Committee on Disarmament). (1992). 130 p.

Instrumental observations at the Rivne NPP permanent seismic monitoring network

Yu.A. Andrushchenko, V.I. Osadchy, A.I. Liashchuk, I.V. Kornienko, 2020

Main Center for Special Control of the National Space Facilities Control and Test Center, Gorodok, Ukraine

In accordance with the contract № 1881 dated 30.11.2018 between the State Enterprise «National Atomic Energy Generating Company "Energoatom" » and the National Center for Management and Testing of Space Means, specialists of the Main Center of Special Control carried out work on the analysis of the results of instrumental seismic observations on a permanent seismic network Rivne NPP monitoring. The article presents information about the organization and arrangement of the seismic monitoring network in the Rivne NPP area, as well as the results of the analysis of interfering conditions and the influence of microseism of different order on the ability of recording useful signals on the network elements. According to the records obtained using seismic sensors installed in instrument wells and on the day surface, the average values of the microseismic background at the checkpoints were calculated. In the course of instrumental observations, local, regional and tele-seismic events of different nature and energy levels were recorded. The vast majority of recorded earthquakes are located in Romania in the Vrancea seismic zone, Poland and southern Belarus. According to the results of seismic record processing, the intensity of shaking in the region of Rivne NPP was determined and conclusions were made regarding the necessity of changes of the initial data for the assessment of the seismic stability of the RNPP site.

Key words: seismic station, earthquake, depth, hypocenter, macroseismic observations.

References

- Sharov, N.V., Malovichko, A.A., & Shchukin, Yu.K. (Eds.). (2007). *Earthquakes and microseismicity in the Problems of Modern Geodynamics of the Eastern European Platform. Book. 2: Microseismicity*. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 32 p. (in Russian).
- Order of the State Inspectorate for Nuclear Regulation of Ukraine 17.10.2016 № 175. Requirements for seismic design and seismic safety assessment of nuclear power plant units. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1449-16#Text> (in Ukrainian). Sagalova, E.A. Implementation of long-term forecast in the Vrancea zone. *Geofizicheskiy zhurnal*, 9(6), 84—94 (in Russian).
- Chekunov, A.V. (1986). Seismic region of Vrancea — tectonic aspect. *Dopovidi AN URSS. Ser. B.*, (5), 21—26 (in Russian).
- Bratt, S.R., & Bache, T.C. (1988). Locating events with a space network of regional arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 78, 780—798.
- Coyne, J., Clark, K., & Lloyd, S. (2003). *IDC Documentations*. Geotool Software User Tutorial. 50 p.
- Harjes, H.P. (1990). Design and siting of a new regional seismic array in Central Europe. *Bulletin of the Seismological Society of America*, (6), 1801—1817.
- GSE/US/79. High-frequency noise characteristics of stations participating in the Group of scientific experts Second technical test April 22—June 2, 1991 (Committee on Disarmament). (1992). 130 p.

Инструментальные наблюдения на постоянной сети сейсмического мониторинга Ривненской АЭС

Ю.А. Андрущенко, В.И. Осадчий, А.И. Лящук, И.В. Корниенко, 2020

Главный центр специального контроля НЦУИКС ГКА Украины, пгт Городок, Украина

В соответствии с договором № 1881 от 30.11.2018 г. между Государственным предприятием «Национальная атомная энергогенерирующая компания "Энергоатом"» и Национальным центром управления и испытаний космических средств, специалистами Главного центра специального контроля проведены работы по анализу результатов инструментальных наблюдений на постоянной сети сейсмического мониторинга Ривненской АЭС. Представлены сведения об организации и устройстве сети сейсмического мониторинга в районе Ривненской АЭС, а также результаты анализа помеховой обстановки и воздействия микросейсмов разного порядка на способность регистрации полезных сигналов на элементах сети. По записям, полученным с использованием сейсмических датчиков, установленных в приборных скважинах и на земной поверхности, рассчитаны усредненные значения микросейсмического фона в пунктах регистрации. При проведении инструментальных наблюдений зарегистрированы локальные, региональные и телесеismicкие события различной природы и энергетического уровня. Подавляющее большинство эпицентров зарегистрированных землетрясений находится на территории Румынии в сейсмоактивной зоне Вранча, в Польше и в южной части Беларуси. По результатам обработки сейсмических записей определены интенсивности сотрясений в районе расположения Ривненской АЭС и сделаны выводы о необходимости изменения исходных данных для оценки сейсмостойкости площадки станции.

Ключевые слова: сейсмическая станция, землетрясение, глубина, очаг, макросейсмические наблюдения.