

## МЕТОДИ ОЦІНКИ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ ПРИ ВПЛИВІ ПОВТОРНИХ СЕЙСМІЧНИХ ПОДІЙ (АФТЕРШОКІВ)

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проаналізовано методи оцінки сейсмостійкості будівель і споруд при впливі основного землетрусу та повторної сейсмічної події (афтершоку). Виконано порівняння параметрів сейсмічної реакції та напружено-деформованого стану конструкцій багатоповерхової житлової будівлі, запроєктованої у сейсмічному районі України, з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР».

**Ключові слова:** сейсмічний вплив, афтершок, напружено-деформований стан, багатоповерхова будівля

### Abstract

*The methods of assessing the seismic resistance of buildings and structures under the influence of the main earthquake and a repeated seismic event (aftershock) were analyzed. A comparison of the parameters of the seismic response and the stress-strain state of the structures of a multi-story residential building designed in a seismic area of Ukraine was made using the LIRA-SAPR software complex.*

**Keywords:** seismic impact, aftershock, stress-strain state, multi-story building

Сейсмостійкість будівель і споруд оцінюється переважно на вплив основного землетрусу розрахункової інтенсивності [1, 2]. Завдяки розвитку (досягненням) сейсмостійкого будівництва та постійному удосконаленню норм проектування нові будівлі і споруди, в переважаючій кількості, здатні витримувати вплив сильних землетрусів без загального руйнування, втрати стійкості. В той же час конструкції отримують суттєві пошкодження, що зменшують жорсткість окремих елементів та споруди в цілому. Для таких об'єктів важливим є перевірка (оцінка) «залишкової» сейсмостійкості при повторних сейсмічних подіях (афтершоках).

Афтершоки – це підземні поштовхи, які відбуваються після основного землетрусу. Кількість афтершоків може досягати декількох тисяч, але їх інтенсивність менша від інтенсивності основного землетрусу. Відомо багато випадків, коли будівлі, пошкоджені головним ударом, руйнувалися саме при повторних, менш сильних поштовхах. Серед останніх – землетрус, що стався у лютому 2023 року в Туреччині [3].

В дослідженні на основі аналізу наслідків руйнівних землетрусів та пов'язаних з ними афтершоків обґрунтовано необхідність врахування повторних впливів для оцінки загальної сейсмостійкості будівель і споруд.

На основі аналізу положень нормативних документів [2, 4] та результатів досліджень визначено методи оцінки сейсмостійкості будівель і споруд на вплив повторних сейсмічних подій, зокрема щодо завдання рівня сейсмічного впливу для афтершоку, врахування пошкоджень конструкцій, зменшення жорсткості окремих елементів та інтегральної жорсткості будівлі в цілому.

На основі розрахункових досліджень з використанням програмного комплексу «ЛІРА-САПР» [5] виконано оцінку напружено-деформованого стану та сейсмостійкості багатоповерхової житлової будівлі, запроєктованої у сейсмічному районі України за схемою безригельного каркасу, при впливі основної та повторної сейсмічної події. Виконано порівняння параметрів сейсмічної реакції та НДС конструкцій, отриманих за результатами розрахунків.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Німчинов Ю. І. Сейсмостійкість будівель та споруд. В двох частинах. – К: Гудименко С.В., 2008. – 480 с.
2. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р. – 117 с.
3. Turkey earthquake: Why did so many buildings collapse? By Jake Horton & William Armstrong/ BBC Reality Check & BBC Monitoring. Режим доступу: <https://www.bbc.com/news/64568826>
4. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT).
5. ПК “ЛИРА-САПР” 2017. Керівництво користувача. Навчальні приклади. Під ред. академіка АІН України О. С. Городецького. – Електронне видання: 2017 г. – 535 с.

*Килимнюк Андрій Олександрович*, магістр, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії.

*Андрухов Валерій Михайлович*, к.т.н., доцент кафедри БМГА, член-кореспондент академії будівництва України, очолює роботу СПКБ «ВІННИЦЯ-XXI». E-mail: [andruchov@vntu.edu.ua](mailto:andruchov@vntu.edu.ua).

## ***Methods of evaluating the earthquake resistance of buildings under the influence of repeated seismic events (aftershocks)***

### **Abstract**

*The methods of assessing the seismic resistance of buildings and structures under the influence of the main earthquake and a repeated seismic event (aftershock) were analyzed. A comparison of the parameters of the seismic response and the stress-strain state of the structures of a multi-story residential building designed in a seismic area of Ukraine was made using the LIRA-SAPR software complex.*

**Keywords:** seismic impact, aftershock, stress-strain state, multi-story building.

*Andrii Oleksandrovych Kylymniuk, master's degree, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering.*

*Valery Mykhailovych Andrukhov, Ph.D., associate professor of the BMHA department, corresponding member of the Academy of Construction of Ukraine, heads the work of SPKB "VINNITSYA-XXI". E-mail: [andruchov@vntu.edu.ua](mailto:andruchov@vntu.edu.ua)*