



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-2-2023-4>

УДК 699.841; 620.179.16



НЕМЧИНОВ Ю. І.

Доктор техн. наук, професор, заступник директора інституту з наукової роботи, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: yu.nemch@ndibk.gov.ua, тел.: +38 (050) 469-35-77, ORCID: 0000-0002-6618-125X



МАР'ЄНКОВ М. Г.

Доктор техн. наук, провідний науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: n.maryenkov@ndibk.gov.ua, тел.: +38 (050) 415-36-03; ORCID: 0000-0001-8613-877X



БАБІК К. М.

Канд. техн. наук, завідувач лабораторії, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: k.babik@ndibk.gov.ua, тел.: +38 (050) 415-37-58; ORCID: 0000-0002-8763-510X

ОСОБЛИВОСТІ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ ДБН В.1.1-12:202Х «БУДІВНИЦТВО У СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»

АНОТАЦІЯ

В статті розглянуті особливості нової редакції державних будівельних норм ДБН В.1.1-12:202Х «Будівництво у сейсмічних районах. Основні положення». Ці норми розроблені ДП НДІБК на замовлення Міністерства розвитку громад та територій України за участі провідних наукових установ України у галузі сейсмостійкого будівництва: Інституту геофізики НАН України ім. С.І. Субботіна; Одеської державної академії будівництва та архітектури; Одеського національного морського університету; Інституту геотехнічної механіки НАН України ім. М.С. Полякова; Харківського національного університету будівництва та архітектури; Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»; Науково-виробничого товариства з обмеженою відповідальністю «СКАД Софт»; Товариства з

обмеженою відповідальністю «ЛИРА-САПР».

Нову редакцію норм розроблено на заміну ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України», які набули чинності з 01.10.2014р., з урахуванням положень Зміни № 1, яка набула чинності з 01.05.2019 р. Нову редакцію ДБН В.1.1-12:202Х розроблено на основі параметричного та цільового методів нормування.

Норми встановлюють основні положення щодо забезпечення вимог безпеки будівель і споруд різного призначення та класів наслідків (відповідальності), що зводяться або розміщені на майданчиках із сейсмічністю 6 балів і вище, на етапах проектування, будівництва та експлуатації.

Робота присвячена висвітленню основних особливостей нової редакції ДБН В.1.1-12:202Х «Будівництво у сейсмічних районах. Основні поло-



ження».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: сейсмічна небезпека, сейсмічна інтенсивність, експлуатаційні рівні, сейсмостійкість, граничні стани

FEATURES OF THE NEW EDITION DBN V.1.1-12:202X «CONSTRUCTION IN SEISMIC REGIONS. GENERAL PROVISIONS»

ABSTRACT

The article examines the features of the new version of the state building codes DBN V.1.1-12:202X "Construction in seismic areas. Basic provisions". These norms were developed by NIISK on the order of the Ministry for Communities, Territories and Infrastructure Development of Ukraine with the participation of leading scientific institutions of Ukraine in the field of earthquake-resistant construction: The Institute of Geophysics (IGP) of the National Academy of Sciences of Ukraine by S.I. Subbotin name, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa National Maritime University, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, State "Research institute of building production", SCAD SOFT Ltd, LIRA SAPR Ltd.

The new version of the norms was developed to replace DBN V.1.1-12:2014 "Construction in seismic areas of Ukraine", which came into force on October 1, 2014, taking into account the provisions of Amendment No. 1, which came into force on May 1, 2019. The new version of DBN V.1.1-12:202X was developed on the basis of parametric and target regulation methods.

Norms establishes the main provisions on ensuring the safety requirements of buildings and structures of various purposes and consequence classes (liability), erected or placed on sites with a seismicity of 6 points and above, at the stages of design, construction and operation.

The work is devoted to highlighting the main features of the new version of DBN V.1.1-12:202X "Construction in seismic areas. Basic Provisions".

KEYWORDS: seismic hazard, seismic intensity, performance level, seismic resistance, limit states

ВСТУП

Закон України «Про будівельні норми» встановлює положення щодо забезпечення під час проектування, будівництва та експлуатації об'єктів дотримання основних вимог до будівель і споруд з урахуванням їх функціонального призначення.

Територія України знаходиться в зоні можливого впливу руйнівних землетрусів, інтенсивність яких на окремих територіях Одеської області та

Криму може сягати 9 балів. Сейсмічну небезпеку необхідно враховувати при проектуванні та експлуатації об'єктів громадського та виробничого призначення різного ступеня відповідальності [1].

Аналіз наслідків землетрусів, що відбулися в Туреччині у лютому 2023 року (06.02.23 р. – два землетруси з епіцентрами в Пазарджику (Mw7,7) і Ельбістані (Mw7,6); 20.02.23 р. – землетрус з епіцентром у Яйладагі, Хатай (Mw6,4), свідчать про те, що основними причинами руйнування будівель і споруд стали: низька несуча здатність ґрунтів основи, вік та технічний стан об'єктів, а також недотримання вимог будівельних норм [2, 3].

Будівельний кодекс Туреччини вперше з'явився після землетрусу в Ерзінджані (1939 р.), а в 1999 році був серйозно перероблений після Ізмітського землетрусу. Тоді було зруйновано чи сильно пошкоджено від 50 до 70 % будівель. Після цього відбулося значне доопрацювання норм (останні зміни у 2020 році) та ухвалення Національної стратегії з планом дій для пом'якшення наслідків землетрусів (на 2012-2023 р.р.). Попередній аналіз наслідків землетрусів 2023 року показав, що більшість зруйнованих будівель і споруд були побудовані за старими нормами [2].

Будівельники часто не дотримувались вимог щодо регулярності будівель у плані та за висотою, застосовували необґрунтовані перебудови та перепланування. Значну кількість зруйнованих будівель було зведено з монолітного залізобетону за безригельною конструктивною схемою, багато з них з «гнучкими нижніми поверхами», з перекриттями мінімальної товщини і недостатнім армуванням, які за відсутності необхідної кількості вертикальних діафрагм (стін і зв'язків) не змогли забезпечити просторовий характер роботи споруд та їх сейсмостійкість. Важливим фактором масштабу руйнувань в епіцентральної зоні (до 50 км від осередку землетрусу) стали повторні сейсмічні поштовхи, що призвели до руйнувань «малоциклової втоми» та роботи елементів конструкцій в області, що не враховується нормами багатьох країн, включаючи Туреччину.

Ключова роль та задачі наукової діяльності у забезпеченні надійності та безпеки об'єктів будівництва, удосконалення нормативних вимог, зокрема щодо забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд, зазначена у роботах [1, 3].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ПУБЛІКАЦІЙ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ

Вимоги щодо проектування будівель і споруд в сейсмічних районах встановлені у ДБН В.1.1-12 «Будівництво у сейсмічних районах України» [5], перша редакція яких набула чинності у 2006 році. Норми були розроблені на заміну СНиП II-7-81*[6], базувались на досвіді аналізу наслідків землетрусів та розробках Міжнародної робочої групи за участі спеціалістів з 10 країн.



Особливістю ДБН В.1.1-12 в редакції 2006 року були карти загального сейсмічного районування ЗСР-2004, що були розроблені Інститутом геофізики НАН України ім. С.І. Суботіна та Кримською експертною радою з оцінки сейсмічної небезпеки та прогнозу землетрусів та враховували складні інженерно-геологічні умови території України. У 2010 році у розвиток положень ДБН В.1.1-12 було розроблено ДСТУ-Н Б В.1.1-28 «Шкала сейсмічної інтенсивності» [7].

Відповідно до Програми перегляду державних будівельних норм [8] у 2014 році ДБН В.1.1-12 були переглянуті з урахуванням досвіду застосування і використання сучасних методів проектування та гармонізації з нормами Європейського Союзу [9]. Зокрема, були запроваджені нові положення щодо визначення інтенсивності сейсмічних впливів відповідно до карт ЗСР-2004 з урахуванням класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд, застосування нелінійних методів розрахунку, встановлення вимог до динамічної паспортизації об'єктів будівництва, проектування укосів та систем сейсмоізоляції.

У 2019 році набула чинності Зміна №1 ДБН В.1.1-12 [10], в якій були уточнені положення з визначення сейсмічних навантажень на будівлі житлового та громадського призначення із значним (СС3) класом наслідків (відповідальності), що не ідентифікуються як об'єкти підвищеної небезпеки відповідно до Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [11]; запроваджено вимоги щодо визначення сейсмічних навантажень на багатоповерхові та висотні будівлі, а також вимоги щодо проектування малоповерхових (до 3 поверхів) будівель з несучими стінами із газобетонних блоків автоклавного тверднення. Актуалізовані положення ДБН В.1.1-12 ґрунтувалися на аналізі світового та вітчизняного досвіду, результатах експериментально-теоретичних досліджень [12-16].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Основною задачею даної публікації є висвітлення основних особливостей нової редакції ДБН В.1.1-12:202X «Будівництво у сейсмічних районах. Основні положення»; визначення переліку стандартів, що необхідно розробити для підтримки положень будівельних норм; визначення перспективних напрямків досліджень з метою удосконалення нормативних вимог до забезпечення сейсмостійкості об'єктів будівництва.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДБН В.1.1-12:202X «БУДІВНИЦТВО У СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»

Нова редакція ДБН В.1.1-12:202X «Будівництво у сейсмічних районах. Основні положення», що розроблена на основі параметричного та цільового методів нормування, містить основні положен-

ня щодо забезпечення вимог безпеки на етапах проектування та будівництва, дотримання функціональних параметрів на етапі експлуатації об'єктів будівництва, що зводяться на майданчиках із сейсмічністю 6 балів і вище відповідно до [6], встановлює сучасні нормативні вимоги з урахуванням світового досвіду із зазначеного питання.

Нова редакція ДБН В.1.1-12:202X характеризується наступними суттєвими рисами:

- встановлено нормативні вимоги до сейсмостійких будівель і споруд із використанням сучасних методів проектування відповідно до національного, європейського та міжнародного досвіду, зокрема:
 - сформульовано положення щодо способів представлення сейсмічного впливу;
 - встановлено основні вимоги до забезпечення сейсмостійкості при трьох рівнях сейсмічного впливу – рідкісних руйнівних землетрусах (максимальний розрахунковий землетрус – МРЗ); землетрусах середньої інтенсивності та при сильних землетрусах (проектний землетрус – ПЗ) та слабких землетрусах (СЗ);
 - запроваджено експлуатаційні групи конструкцій щодо забезпечення сейсмостійкості (ЕГ 1, ЕГ 2, ЕГ 3 та ЕГ 4) в залежності від класів наслідків (відповідальності) об'єктів будівництва та експлуатаційні рівні (ЕР I, ЕР II та ЕР III) в залежності від вимог граничних станів, які необхідно забезпечити в умовах сейсмічної розрахункової ситуації;
 - нормативні вимоги викладено на основі параметричного та цільового методів нормування – запропоновано матрицю перевірки граничних станів для трьох ЕР та чотирьох ЕГ;
 - встановлено вимоги до забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд на етапах проектування, будівництва, оцінки та підвищення сейсмостійкості на етапі експлуатації;
- забезпечено відповідність використаних термінів та визначень понять положенням інших нормативно-правових та нормативних актів;
- виключено вимоги, що є предметом нормативно-правових актів.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Об'єкти будівництва (в цілому або їх частини), що проектуються та/або експлуатуються на майданчиках з розрахунковою інтенсивністю сейсмічних впливів 6 балів і вище, мають забезпечувати виконання основних вимог до будівель і споруд з урахуванням імовірного прояву сейсмічних впливів протягом усього життєвого циклу.

Основними вимогами, що визначають



сейсмостійкість об'єктів будівництва, є:

- забезпечення механічного опору та стійкості відповідно до ДБН В.1.2-6 [17] при розрахунковому рівні сейсмічного впливу;
- забезпечення пожежної безпеки відповідно до ДБН В.1.2-7 [18] з урахуванням положень ДБН В.1.1-7 [19], зокрема, під час виникнення пожежі, спричиненої проявом сейсмічного впливу;
- гарантування безпеки для здоров'я і життя людей, обмеження шкідливого впливу на довкілля відповідно до ДБН В.1.2-8 [20] з урахуванням положень ДБН В.1.2-4 [21], ДБН В.2.2-5 [22], зокрема, під час виникнення небезпеки, ліквідації наслідків, спричинених проявом сейсмічного впливу;
- забезпечення безпеки і доступності на етапі експлуатації відповідно до ДБН В.1.2-9 [23], зокрема, під час евакуації людей, ліквідації наслідків, спричинених проявом сейсмічного впливу.

Забезпечення основної вимоги щодо захисту від шкідливого впливу шуму та вібрації відповідно до ДБН В.1.2-10 [24] та основної вимоги щодо енергозбереження та енергоефективності відповідно до ДБН В.1.2-11 [25] слід виконувати на загальних підставах.

Проектуючи сейсмостійкі будівлі і споруди необхідно забезпечити:

- відсутність глобальних обвалень або руйнувань будівлі (споруди) або її частин, які можуть спричинити загибель і травмування людей, втрату матеріальних та культурних цінностей, негативний вплив на довкілля, значні економічні збитки;
- збереження стійкості та функціональної придатності будівель, споруд і обладнання об'єктів критичної інфраструктури, задіяних у ліквідації наслідків землетрусу (зокрема, об'єктів будівництва, призначених для розміщення пожежно-рятувальних

- підрозділів, під час виникнення небезпек, спричинених проявом сейсмічного впливу);
- продовження нормальної експлуатації будівель і споруд за призначенням після їх відновлення або ремонту.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМІЧНОГО ВПЛИВУ

Характеристичну сейсмічну інтенсивність в балах шкали сейсмічної інтенсивності [7] для району будівництва слід приймати на основі переліку населених пунктів України і комплекту карт ЗСР-2004 території України, які залишилися незмінними у порівнянні з попередніми редакціями.

Розрахункову сейсмічну інтенсивність майданчика будівництва слід визначати з урахуванням результатів сейсмічного мікрорайонування (далі – СМР) майданчика, що виконується для районів з сейсмічністю 6 і більше балів. За відсутності результатів досліджень з СМР для об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними (СС1) та середніми (СС2) наслідками, розрахункова сейсмічна інтенсивність майданчика будівництва може бути визначена на основі матеріалів інженерно-геологічних вишукувань.

Сейсмічний вплив представляється у вигляді двох горизонтальних ортогональних складових та вертикальної складової. В залежності від методу розрахунків, складові сейсмічного впливу задають у вигляді:

- спектра пружної реакції;
- спектра нелінійної реакції;
- залежностей зміни в часі прискорення (акселерограм), швидкості (велосиграм) і переміщення (сейсмограм) ґрунту.

Зазначено сферу застосування кожного з типів представлення сейсмічного впливу, наведено вимоги до вибору та складу комплексу розрахункових акселерограм.

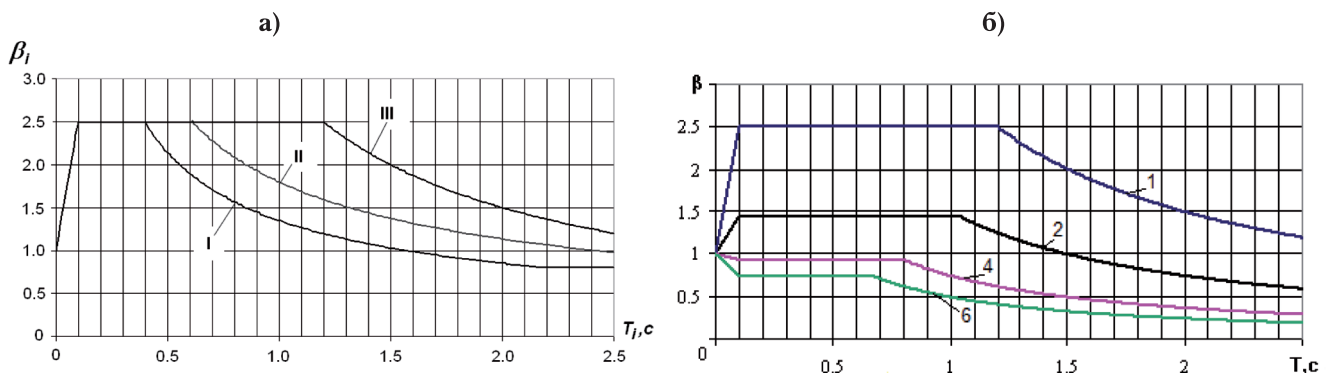


Рисунок 1 – Графіки спектру пружної (а) та непружної (б) реакції у вигляді залежностей спектрального коефіцієнта динамічності β_i для категорії ґрунту за сейсмічними властивостями (I-III), періоду i -ої форми власних коливань будівлі T_i та коефіцієнтів податливості μ ($\mu = 1, 2, 4, 6$)



ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Граничні стани конструкцій будівель і споруд мають бути перевірені при різних рівнях сейсмічного впливу в залежності від експлуатаційних груп конструкцій щодо забезпечення сейсмостійкості та експлуатаційних рівнів сейсмостійкості конструкцій.

Для будівель і споруд в залежності від класу наслідків (відповідальності) встановлені наступні експлуатаційні групи конструкцій щодо забезпечення сейсмостійкості (далі – ЕГ):

- перша група конструкцій (ЕГ 1), до якої відносяться об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), на яких люди не перебувають постійно;
- друга група конструкцій (ЕГ 2), до якої відносяться всі будівлі і споруди, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), та не відносяться до ЕГ 1, а також будівлі, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, з умовною висотою до 73,5 м;
- третя група конструкцій (ЕГ 3), до якої відносяться споруди, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, та будівлі, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із значними (СС3) наслідками, з умовною висотою 73,5 м і вище;
- четверта група конструкцій (ЕГ 4), до якої відносяться будівлі і споруди, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із значними (СС3) наслідками, та відносяться до об'єктів підвищеної небезпеки відповідно до [11].

Для будівель і споруд слід розглядати наступні експлуатаційні рівні (далі – ЕР):

- перший експлуатаційний рівень (ЕР I) – при сейсмічній розрахунковій ситуації для конструкцій та їх елементів категорій відповідальності А, Б і В згідно з ДБН В.1.2-14 [26] має бути забезпечено виконання вимог граничного стану за несучою

здатністю (ULS) та граничного стану за експлуатаційною придатністю незворотного (SLS-1); допускається перехід через граничний стан за експлуатаційною придатністю зворотнього (SLS-2);

- другий експлуатаційний рівень (ЕР II) – при сейсмічній розрахунковій ситуації для конструкцій та їх елементів категорій відповідальності А і Б згідно з [26] має бути забезпечено виконання вимог граничного стану за несучою здатністю (ULS); допускається перехід через граничні стани за несучою здатністю та експлуатаційною придатністю для інших категорій конструкцій;
- третій експлуатаційний рівень (ЕР III) – при сейсмічній розрахунковій ситуації для конструкцій та їх елементів категорій відповідальності А1 згідно з [26] має бути забезпечено виконання вимог граничного стану за несучою здатністю (ULS); допускається перехід через граничні стани за несучою здатністю та експлуатаційною придатністю для інших категорій конструкцій.

Перевірку граничних станів конструкцій та їх елементів для забезпечення експлуатаційних рівнів сейсмостійкості ЕР I, ЕР II та ЕР III виконують для конструкцій будівель і споруд, що належать до експлуатаційних груп щодо забезпечення сейсмостійкості ЕГ 1, ЕГ 2, ЕГ 3 та ЕГ 4, відповідно до таблиці 1.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ СЕЙСМОСТІЙКИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Ризики щодо сейсмічної небезпеки необхідно розглядати на стадії концептуального проектування будівель і споруд, що дозволить застосувати об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, матеріали конструкцій та елементів, які задовольняють основні вимоги щодо забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд.

Для забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд на етапі проектування слід виконувати:

- аналіз сейсмічної небезпеки району будівництва з метою визначення характеристичної інтенсивності сейсмічних впливів;
- вибір будівельного майданчика з урахуванням близькості від активного геологічного розлому, прогнозу поведінки ґрунту при вели-

Таблиця 1 - Вимоги до перевірки граничних станів будівель і споруд

Рівень сейсмічного впливу (карта ЗСР)	Забезпечення експлуатаційного рівня сейсмостійкості для експлуатаційних груп конструкцій будівель і споруд			
	ЕГ 1	ЕГ 2	ЕГ 3	ЕГ 4
МРЗ (С)	-	ЕР III	ЕР III	ЕР II
ПЗ (А; В)	ЕР II	ЕР II	ЕР II	ЕР I
СЗ (А0; А)	ЕР I	ЕР I	ЕР I	-



ких деформаціях, можливості виникнення розрідження, топографічних характеристик та інших факторів;

- аналіз результатів інженерних вишукувань та СМР для оцінки впливу особливих умов майданчика будівництва, визначення категорії ґрунту за сейсмічними властивостями і розрахункової інтенсивності сейсмічних впливів;
- вибір об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, матеріалів конструкцій та елементів відповідно до основних принципів забезпечення сейсмостійкості;
- вибір методів розрахунку з урахуванням сейсмічного впливу;
- виконання перевірних розрахунків конструкцій за граничними станами з використанням сейсмічних розрахункових ситуацій з урахуванням положень [17, 26, 27];
- визначення та перевірку граничних станів;
- аналіз впливу вторинних факторів, спричинених сейсмічними впливами, зокрема, осідання, розрідження ґрунту, пожежі, прогресуючого обвалення конструкцій, афтершків, негативного впливу на довкілля тощо;
- формування висновку щодо забезпечення сейсмостійкості конструкцій при проектному рівні сейсмічного впливу та, за необхідності, корегування проектних рішень;
- застосування конструктивних, технічних, організаційних та інших спеціальних заходів для забезпечення та контролю сейсмостійкості будівель і споруд, зокрема, заходів сейсмічного захисту (сейсмоізоляції, демпфуючих пристроїв, динамічних гасників коливань тощо), інженерно-сейсмічного моніторингу, резервування тощо;
- науково-технічний супровід об'єкта на стадії проектування відповідно до ДБН В.1.2-5 [28] (за необхідності).

Наведено основні принципи проектування сейсмостійких будівель і споруд, що, в основному, відповідають положенням попередньої редакції норм [9], на доповнення яких сформульовано алгоритм та критерії вибору об'ємно-планувальних і конструктивних рішень відповідно до основних принципів забезпечення сейсмостійкості.

РОЗРАХУНКИ З УРАХУВАННЯМ СЕЙСМІЧНОГО ВПЛИВУ

Розрахунки будівель і споруд з урахуванням сейсмічного впливу виконують згідно з [17] в умовах сейсмічних розрахункових ситуацій та з використанням наступних методів:

- спектрального методу;
- прямого динамічного методу із застосуванням інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах або набору синтезованих акселерограм для майданчика будівництва;

- нелінійного статичного розрахунку, що застосовується за необхідності врахування нелінійної реакції конструкцій в якості альтернативи нелінійному динамічному розрахунку.

Наведено сферу застосування кожного з методів розрахунку, вимоги щодо формування сейсмічної розрахункової ситуації, складання розрахункових моделей, зокрема, системи «основа – фундамент – надземна частина будівлі (споруди)», врахування багатокomпонентної сейсмічної дії, розрахунку елементів конструкцій.

ПЕРЕВІРКА ВІДПОВІДНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ОСНОВНИМ ВИМОГАМ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ

Перевірка відповідності будівель і споруд основним вимогам сейсмостійкості виконується шляхом:

- перевірки граничного стану за несучою здатністю конструкцій в залежності від силового фактору, що відповідає сейсмічній розрахунковій ситуації;
- перевірки граничних станів за експлуатаційною придатністю конструкцій в залежності від значень перекосів суміжних поверхів при сейсмічній розрахунковій ситуації;
- перевірки загальної стійкості споруди і фундаментів проти перекидання і ковзання.

ВИМОГИ ДО ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД РІЗНИХ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Наведено основні вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень об'єктів, які слід приймати відповідно до основних принципів проектування сейсмостійких будівель і споруд. Зокрема, сформульовано основні вимоги, яких слід дотримуватись при проектуванні транспортних і гідротехнічних споруд, схилів та інженерних мереж.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД НА ЕТАПАХ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Для забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд на етапі будівництва слід виконувати:

- контроль властивостей матеріалів, елементів та конструкцій на їх відповідність проектним характеристикам;
- контроль відповідності застосованих методів та технологій виконання будівельних робіт;
- визначення динамічних характеристик (частот, періодів, форм, декрементів коливань) об'єкта завершеного будівництва;
- інші заходи, передбачені для етапу експлуатації об'єкта будівництва в цілому або його частин при тривалому часі будівництва



(консервації, розконсервації об'єкта незавершеного будівництва).

Для забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд на етапі експлуатації слід виконувати:

- аналіз змін інженерно-геологічних, сейсмологічних та інших умов майданчика будівництва та їх вплив на розрахункову інтенсивність сейсмічних впливів;
- періодичні обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану відповідно до [29, 30], зокрема, щодо забезпечення сейсмостійкості конструкцій;
- вібродинамічні обстеження для визначення та контролю зміни динамічних характеристик будівель і споруд у порівнянні із зазначеними у динамічному паспорті об'єкта, зокрема, після перенесених сейсмічних подій;
- реконструкцію, ремонтні та відновлювальні роботи для забезпечення сейсмостійкості конструкцій, зокрема, після перенесених сейсмічних подій;
- накопичення та аналіз даних технічного та інженерно-сейсмічного моніторингу згідно з [31];
- корегування конструктивних, технічних, організаційних та інших спеціальних заходів для забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд.

За необхідності, передбачено виконання робіт з науково-технічного супроводу об'єктів на етапах будівництва та експлуатації.

Переоцінку сейсмостійкості будівель і споруд виконують у наступних випадках:

- у разі зміни сейсмічних характеристик майданчика будівництва за результатами інженерно-геологічних та інших досліджень, даних сейсмічного моніторингу;
- у разі внесення змін в проект будівель і споруд, що можуть вплинути на рівень їх сейсмостійкості;
- після проявів сейсмічних подій, інтенсивність яких дорівнює або перевищує проектний рівень;
- після проявів інших дій, що можуть вплинути на рівень сейсмостійкості будівель і споруд.

Переоцінку сейсмостійкості будівель і споруд на етапі експлуатації виконують шляхом аналізу відповідності конструктивного рішення об'єкта основним вимогам забезпечення сейсмостійкості та розрахункової перевірки умов граничних станів з урахуванням фактичних даних про стан конструкцій.

Відповідність існуючих будівель і споруд вимогам сейсмостійкості встановлюють шляхом розрахунку рівня сейсмостійкості ρ_L :

$$\rho_L = C/D, \quad (1)$$

де C – показник фактичної сейсмостійкості;

D – показник нормативної сейсмостійкості, яку потрібно забезпечити відповідно до вимог норм, що діють на момент оцінки.

В якості показників C і D слід використовувати значення силових, деформаційних та/або інших факторів, які можливо навести у числовому вигляді в умовах сейсмічної розрахункової ситуації.

В загальному вигляді, існуючі будівлі і споруди відповідають вимогам забезпечення сейсмостійкості, якщо їх конструктивні рішення відповідають обов'язковим конструктивним вимогам чинних будівельних норм, а значення $\rho_L \geq 1$. Існуючі будівлі і споруди слід вважати потенційно сейсмонебезпечними, якщо їх конструктивні рішення не відповідають обов'язковим конструктивним вимогам чинних будівельних норм, а значення $\rho_L < 1$.

Грунтуючись на результатах оцінки сейсмостійкості будівель і споруд, ухвалюють рішення про необхідність її підвищення. Вибір типу, методів, обсягів і невідкладності підвищення сейсмостійкості будівель і споруд здійснюють з урахуванням інформації, отриманої на етапі оцінки. У випадку застосування систем сейсмічного захисту у вигляді сейсмоізоляції мають бути враховані положення відповідного розділу будівельних норм.

СЕЙСМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Особливу увагу приділено виконанню сейсмічного моніторингу об'єктів будівництва. Під час проектування об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, за розрахункової сейсмічної інтенсивності майданчика будівництва 7 балів і вище за можливості проявів у вигляді зсувів, карсту, цунамі, різких змін напружено-деформованого стану конструкцій при впливі просадок ґрунту на майданчиках будівництва слід передбачати:

- сейсмологічний та інженерно-сейсмометричний моніторинг земної поверхні, конструкцій будівель і споруд та деформацій основ при землетрусах різної інтенсивності;
- проведення сейсмічного районування та мікрорайонування, перевірочних розрахунків сейсмостійкості та оцінку сейсмічного ризику у випадку змін сейсмічних умов майданчика будівництва, властивостей основи і споруди під час експлуатації;
- систему регламентних заходів персоналу щодо запобігання або зниження негативного впливу небезпечних сейсмічних процесів і явищ у період їх експлуатації.

Моніторинг виконують у періоди будівництва та експлуатації будівель і споруд, передбачаючи розміщення станцій інженерно-сейсмометричної служби. Важливим етапом оцінки сейсмостійкості



є динамічна паспортизація та визначення зміни динамічних характеристик будівель і споруд у часі на етапі експлуатації.

СИСТЕМИ СЕЙСМІЧНОГО ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

В розділі наведені вимоги щодо проектування і розрахунку пасивних систем сейсмоізоляції, розміщених нижче основної маси конструкцій, як правило, між основою і фундаментом (субструктурою) і верхньою частиною будівлі (суперструктурою).

ЗАХОДИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ ДБН

Основними заходами щодо впровадження нової редакції ДБН В.1.1-12:202X має стати розроблення низки відповідних підтримуючих національних стандартів, зокрема щодо:

- проведення сейсмічного мікрорайонування (наразі в стадії розробки);
- проектування будівель та споруд з урахуванням сейсмічного впливу (наразі в стадії розробки);
- експлуатації будівель та споруд у сейсмічних районах;
- проектування та експлуатації висотних будівель та споруд у сейсмічних районах;
- проектування та експлуатації транспортних споруд у сейсмічних районах;
- проектування та експлуатації гідротехнічних споруд у сейсмічних районах;
- проектування та експлуатації схилів у сейсмічних районах;
- оцінки фактичної сейсмостійкості будівель та споруд;
- відновлення сейсмостійкості будівель та споруд;
- проектування та експлуатації систем сейсмічного захисту будівель і споруд;
- проектування та експлуатації будівель та споруд з системами сейсмічного та динамічного захисту з використанням гумових та гумово-металевих ізоляторів;
- визначення динамічних характеристик будівель та споруд, що експлуатуються у сейсмічних районах, та при техногенних динамічних впливах;
- проведення динамічних випробувань будівельних конструкцій.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено нову редакцію ДБН В.1.1-12:202X «Будівництво у сейсмічних районах. Основні положення» на основі параметричного та цільового методів нормування, які разом з іншими нормативними актами та нормативними документа-

ми сприятимуть забезпеченню необхідного рівня сейсмостійкості об'єктів будівництва, що зводяться на майданчиках із сейсмічністю 6 балів і вище, з урахуванням основних вимог до будівель та споруд, досвіду застосування чинних норм та використання сучасних методів проектування, технологій та обладнання.

2. Запропоновано перелік нормативних документів щодо проектування та експлуатації будівель і споруд різних класів наслідків (відповідальності) та призначення з урахуванням можливого прояву сейсмічного впливу.
3. Актуальним залишається питання Національної програми сейсмобезпеки будівель, споруд та території України [1], в рамках виконання якої пропонується провести дослідження та розробити науково-обґрунтовані пропозиції щодо:
 - оцінки сейсмостійкості існуючих будівель і споруд, що експлуатуються в сейсмічних районах України (на прикладі об'єктів соціальної сфери – закладів охорони здоров'я, навчальних закладів; об'єктів забезпечення життєвих потреб населення та ліквідації наслідків сейсмічних подій; протиселевих, протизсувних, протилавинних споруд, захисних дамб водосховищ тощо);
 - оцінки сейсмостійкості будівель і споруд (або їх фрагментів) різних конструктивних схем на основі натурних динамічних випробувань з використанням вібраційної машини та розроблення науково-обґрунтованих пропозицій щодо внесення змін до відповідних нормативних документів;
 - розроблення нової або вдосконалення існуючих методологій розрахунку ризиків руйнування конструкцій під час дії сейсмічних навантажень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Немчинов І. Будівельна наука та забезпечення сейсмічної безпеки в Україні з урахуванням рекомендації Єврокодів. Наука та будівництво. 2021. № 29 (3). С. 3-14. URL: <https://doi.org/10.33644/2313-6669-14-2021-1>
2. Turkey earthquake: Why did so many buildings collapse? By Jake Horton & William Armstrong/ BBC Reality Check & BBC Monitoring. URL: <https://www.bbc.com/news/64568826>
3. Türkiye Earthquakes Recovery and Reconstruction Assessment. United Nations Development Programme. URL: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/>



- Turkiye-Recovery-and-Reconstruction-Assessment.pdf
4. Фаренюк Г. Роль науки у вирішенні питань щодо забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Наука та будівництво. 2018. № 18(4). С. 5-12. URL: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v18i4.51>
 5. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. Київ: Мінрегіон України, 2014. 110 с.
 6. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах. М.: ФГУП ЦПП, 2007. - 44 с.
 7. ДСТУ-Н Б В.1.1-28:2010 Шкала сейсмічної інтенсивності. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 47 с.
 8. Програма перегляду державних будівельних норм на період до 2015 року (затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. N 471). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/471-2011-%D0%BF#Text>
 9. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. К.: Мінрегіон України, 2014. 110 с.
 10. Немчинов Ю.І., Мар'єнков Н.Г., Бабік К.Н., Хавкін А.К., Дорофєєв В.С., Єгупов К.В., Омельченко В.Д., Пустовітенко Б.Г., Кульчицький В.Е., Пустовітенко А.А., Скляр А.М. Нормативні документи сейсмостійкого будівництва нового покоління. Основні положення ДБН В.1.1-12:2014: «Будівництво в сейсмічних районах України» з урахуванням рекомендацій європейського стандарту EN 1998-1 (ЄВРОКОД 8) і ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Наука та будівництво. 2015. № 4. С. 4-11.
 11. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001. № 2245-III. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2001. № 15. Ст.73. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
 12. Немчинов Ю. І. Нормативні акти в сфері сейсмостійкого будівництва нового покоління. Зміна № 1 ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво у сейсмічних районах України" / Ю. І. Немчинов, М. Г. Мар'єнков, К. М. Бабік, К. В. Єгупов, О. В. Кендзера, І. В. Шеховцов, С. В. Петраш // Наука та будівництво. 2019. № 1. С. 4-17. URL: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v19i1.62>
 13. Немчинов Ю.І., Мар'єнков Н.Г., Хавкін А.К., Бабік К.М. Проектування будівель із заданим рівнем забезпечення сейсмостійкості/ За ред. Ю.І. Немчинова. Київ: Гудименко С.В., 2012. 384 с.
 14. Немчинов Ю., Тарасюк В., Мар'єнков Н., Жарко Л., Богдан Д., Сиротин О., Панчик Е., Бринзін Е. Експериментальне дослідження несучих стін із газобетонних блоків D400 C2,5 и D300 C2,0 при вертикальних статичних и горизонтальних сейсмічних навантаженнях. Наука та будівництво. 2019. № 12(2). С. 10-18. URL: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v12i2.78>
 15. Мар'єнков М., Бабік К., Богдан Д., Недзведська О., Глуховський В., Самойленко С. Обґрунтування сейсмостійкості висотної будівлі за результатами інструментальних та динамічних досліджень. Наука та будівництво. 2019. № 19(1). С. 66-71. URL: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v19i1.70>
 16. Bulat A.F., Kobets A.S., Dyrda V.I., Lapin V.A., Grebenyuk S.M., Lysytsia M.I., Marienkov M.H., Ahaltsov N.M., Kalhankov Ye.V. Vibroseismic protection of buildings and structures against natural and technogeneous dynamic impacts. News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2021. № 445(1). С. 58–65. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4466>
 17. ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 36 с.
 18. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 39 с.
 19. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 17 с.
 20. ДБН В.1.2-8:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля. Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 15 с.
 21. ДБН В.1.2-4:2006 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). Київ: Мінбуд України, 2006. 36 с.
 22. ДБН В.2.2-5-97 Будинки та споруди. Захисні споруди цивільного захисту. Київ: Держкоммістобудування України, 1998. 82 с.
 23. ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 17 с.
 24. ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 20 с.
 25. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України,



2022. 21 с.

26. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, та житлово-комунального господарства України, 2018. 36 с.
27. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінбуд України, 2006. 75 с.
28. ДБН В.1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 18 с.
29. ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. Київ: Мінрегіон України, 2016. 57 с.
30. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 47 с.
31. ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.

REFERENCES

1. Nemchynov, I. (2021). Building Science and Seismic Safety Provision in Ukraine Considering Eurocode Recommendations. *Science and Construction*, (29)3, 3-14. Retrieved from <https://doi.org/10.33644/2313-6669-14-2021-1>
2. Horton, J., & Armstrong, W. Turkey earthquake: Why did so many buildings collapse? [Blog post]. BBC Reality Check & BBC Monitoring. Retrieved from <https://www.bbc.com/news/64568826>
3. United Nations Development Programme. Türkiye Earthquakes Recovery and Reconstruction Assessment. Retrieved from <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/Turkiye-Recovery-and-Reconstruction-Assessment.pdf>
4. Farenjuk, G. (2018). The role of science in addressing issues of reliability and safety of construction objects. *Science and Construction*, (18)4, 5-12. <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v18i4.51>
5. DBN V.1.1-12:2014. (2014). Construction in Seismic Areas of Ukraine. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
6. SNiP II-7-81*. (2007). Construction in Seismic Areas. Moscow: FGUP CPP.
7. DSTU-N B V.1.1-28:2010. (2011). Seismic Intensity Scale. Kyiv: Ministry of Regional

Development of Ukraine.

8. Program of Revision of State Building Regulations for the Period up to 2015 (Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 471). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/471-2011-%D0%BF#Text>
9. DBN V.1.1-12:2014. (2014). Construction in Seismic Areas of Ukraine. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
10. Nemchinov, Y.I., Marienkov, N.G., Babik, K.N., Khavkin, A.K., Dorofeev, V.S., Yegupov, K.V., Omelchenko, V.D., Pustovitenko, B.G., Kulchitsky, V.E., Pustovitenko, A.A., Sklyar, A.M. (2015). Normative documents for seismic-resistant construction of the new generation. Main provisions of DBN V.1.1-12:2014: "Construction in Seismic Areas of Ukraine" considering the recommendations of the European standard EN 1998-1 (EUROCODE 8) and DSTU-N B V.1.2-16:2013. *Science and Construction*, (4), 4-11.
11. Law on Objects of Increased Danger: Law of Ukraine No. 2245-III. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, (15), 73. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
12. Nemchinov, Y.I., Marienkov, M.G., Babik, K.M., Yegupov, K.V., Kendzera, O.V., Shekhovtsov, I.V., Petrasch, S.V. (2019). Regulatory acts in the field of seismic-resistant construction of the new generation. Amendment No. 1 to DBN V.1.1-12:2014 "Construction in Seismic Areas of Ukraine". *Science and Construction*, (1), 4-17. Retrieved from <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v19i1.62>
13. Nemchinov, Y.I., Marienkov, N.G., Khavkin, A.K., Babik, K.M. (Ed.). (2012). Design of Buildings with a Specified Level of Seismic Resistance. Kyiv: Hudymenko S.V.
14. Nemchinov, Y., Tarasiuk, V., Marienkov, N., Zharko, L., Bohdan, D., Syrotin, O., Panchyk, E., Brinzin, E. (2019). Experimental Study of Load-Bearing Walls Made of Gas Concrete Blocks D400 C2.5 and D300 C2.0 under Vertical Static and Horizontal Seismic Loads. *Science and Construction*, (12)2, 10-18. Retrieved from <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v12i2.78>
15. Marienkov, M., Babik, K., Bohdan, D., Nedzvedska, O., Glukhovskiy, V., Samoilenko, S. (2019). Justification of Seismic Resistance of a High-Rise Building Based on Instrumental and Dynamic Studies. *Science and Construction*, (19)1, 66-71. Retrieved from <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v19i1.70>
16. Bulat, A.F., Kobets, A.S., Dyrda, V.I., Lapin, V.A., Grebenyuk, S.M., Lysytsia, M.I., Marienkov, M.H., Ahaltsov, H.M., Kalhankov,



- Ye.V. (2021). Vibroseismic protection of buildings and structures against natural and technogeneous dynamic impacts. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences, (445)1, 58-65. Retrieved from <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4466>
17. DBN V.1.2-6:2021. (2022). Main Requirements for Buildings and Structures. Mechanical Resistance and Stability. Kyiv: Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine.
 18. DBN V.1.1-7:2016. (2017). Fire Safety of Construction Objects. General Requirements. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine.
 19. DBN V.1.2-7:2021. (2022). Main Requirements for Buildings and Structures. Fire Safety. Kyiv: Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine.
 20. DBN V.1.2-8:2021. (2022). Main Requirements for Buildings and Structures. Hygiene, Health, and Environmental Protection. Kyiv: Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine.
 21. DBN V.1.2-4:2006. (2006). Engineering and Technical Measures of Civil Protection. Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine.
 22. DBN V.2.2-5-97. (1998). Buildings and Structures. Protective Structures of Civil Protection. Kyiv: State Committee for Construction of Ukraine.
 23. DBN V.1.2-9:2021. (2022). Main Requirements for Buildings and Structures. Safety and Accessibility during Operation. Kyiv: Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine.
 24. DBN V.1.2-10:2021. (2022). Basic Requirements for Buildings and Structures. Noise and Vibration Protection. Kyiv, Ukraine: Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine.
 25. DBN V.1.2-11:2021. (2022). Basic Requirements for Buildings and Structures. Energy Conservation and Energy Efficiency. Kyiv, Ukraine: Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine.
 26. DBN V.1.2-14:2018. (2018). System of Reliability and Safety Assurance for Buildings and Structures. General Principles of Reliability and Structural Safety Assurance for Buildings and Structures. Kyiv, Ukraine: Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services.
 27. DBN V.1.2-2:2006. (2006). System of Reliability and Safety Assurance for Building Structures. Loads and Effects. Design Standards. Kyiv, Ukraine: Ministry of Construction of Ukraine.
 28. DBN V.1.2-5:2007. (2007). System of Reliability and Safety Assurance for Construction Objects. Scientific and Technical Support of Construction Objects. Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.
 29. DSTU B V.2.6-210:2016. (2016). Evaluation of the Technical Condition of Steel Building Structures in Operation. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
 30. DSTU-N B V.1.2-18:2016. (2017). Guidelines for the Inspection of Buildings and Structures for Determining and Assessing their Technical Condition. Kyiv: DP "UkrNDNC".
 31. DSTU-N B V.1.2-17:2016. (2017). Guidelines for Scientific and Technical Monitoring of Buildings and Structures. Kyiv: DP "UkrNDNC".

Стаття надійшла до редакції 30.05.2023 року