

УДК 699.841

**ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ РОЗРАХУНКУ ТА ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ПРИ  
МОЖЛИВІЙ СУМІСНІЙ ДІЇ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА  
ЗНАЧНИХ НЕРІВНОМІРНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВИ**

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА И ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ ПРИ  
ВОЗМОЖНОМ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ  
НАГРУЗОК И ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ НЕРАВНОМЕРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ  
ОСНОВАНИЯ**

**GENERAL STATEMENTS OF BUILDINGS ANALYSIS AND PROTECTION  
BY POSSIBLE COMBINED INFLUENCE OF SEISMIC LOADS AND BASE  
SUBSTANTIAL DIFFERENTIAL SETTLEMENTS**

**Хохлін Д.О., к.т.н., с.н.с.** (Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ)

**Хохлин Д.А., к.т.н., с.н.с.** (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев)

**Khokhlin D.O., Ph.D., senior researcher** (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

**В статті розглянуті узагальнені результати циклу досліджень і розробок щодо методів розрахунку та захисту залізобетонних і кам'яних будівель в умовах можливої сумісної дії сейсмічних навантажень та значних нерівномірних деформацій основи.**

**В статье рассмотрены обобщенные результаты цикла исследований и разработок по методам расчета и защиты железобетонных и каменных зданий в условиях возможного совместного действия сейсмических нагрузок и значительных неравномерных деформаций основания.**

**Common results of cycle of investigations and developments for the reinforced concrete and masonry buildings analysis and protection methods in conditions of possible combined influence of seismic loads and base substantial differential settlements are considered in the article.**

**Ключові слова:**

Сейсміка, нерівномірні деформації, розрахунок, захист.

Сейсмика, неравномерные деформации, расчет, защита.

Seismic, differential settlements, analysis, protection.

Територія України характеризується широким розповсюдженням складних і особливих інженерно-геологічних умов, зокрема, сейсмічної небезпеки, просідаючих ґрунтів, карстів, підроблювання, зсувонебезпеки тощо. Отже актуальними є питання розрахунку та захисту будівель і споруд в таких умовах. І значні нерівномірні деформації основи (ЗНДО), і землетруси створюють значний навантажувальний ефект на конструктивну систему з відповідним напружено-деформованим станом (НДС) з високим ризиком руйнування конструкцій або будівель в цілому. Тому логічним є розгляд можливості небезпечного їх комбінування.

Окремі спроби розгляду впливу комбінації сейсміки та різноманітних видів ЗНДО зустрічалися на території экс-СРСР, що представлено, наприклад, в роботах [1 – 5 та ін.]. Серія досліджень [5 – 9 та ін.], проведена Київським зональним науково-дослідним інститутом експериментального проектування (КиївЗНДІЕП) з 1982 по 2009 роки з перервами була найбільш комплексною за даною тематикою. Дана серія досліджень була розпочата з метою розробки методів захисту будівель в умовах просідаючих ґрунтів сесмонебезпечних територій Одеської області. В результаті була обґрунтовано розкрита проблематика, виявлений ряд ефектів впливу значної нерівномірності жорсткості основи на сейсмічну реакцію будівель, надані пропозиції щодо розрахунку та захисту будівель в умовах просідаючих ґрунтів сейсмонебезпечних територій. При цьому залишились нерозглянутими та нерозкритими велика кількість питань і проблем. Наприклад, інші джерела значних нерівномірних деформацій основи, врахування нормативної заборони суміщення особливих (аварійних) впливів в одному сполученні навантажень, розробка прикладних інженерних методів розрахунку, більш ґрунтовний теоретичний розгляд проблеми та її рішень, розробка універсального комплексу заходів захисту об'єктів в залежності від їх класу відповідальності тощо. У зв'язку з цим автором проводиться комплекс досліджень з метою вирішення перерахованих прогалин, частина результатів яких представлена в даній статті.

Метою статті є розгляд результатів комплексу досліджень щодо розробки методів розрахунку та захисту залізобетонних і кам'яних будівель в умовах можливої сумісної дії сейсмічних навантажень та значних нерівномірних деформацій основи.

Виконаний автором комплекс досліджень щодо розрахунку та захисту залізобетонних і кам'яних будівель в розглядуваних умовах включав в себе:

- обґрунтування можливості та необхідності врахування у сейсмічних розрахунках впливу ЗНДО;
- узагальнююче вивчення особливостей впливу ЗНДО на конструктивні системи будівель та способи їх врахування у розрахунках;
- розробку рекомендацій щодо моделювання основи та конструкцій у сейсмічних розрахунках з врахуванням необхідності моделювання впливу ЗНДО;
- розробка положень з розрахунку конструктивних систем на послідовний вплив ЗНДО та сейсміки, в т.ч. з розрахункової оцінки несучої здатності кам'яної кладки за напруженнями, отриманими безпосередньо у скінчено-елементній моделі;
- виділення комплексу рекомендацій щодо захисту будівель в розглядуваних умовах.

Використання поняття «значні нерівномірні деформації» запропоновано у зв'язку з тим, що у реальній практиці (натурно) абсолютно рівномірні деформації основи ніколи не реалізуються. Адаже ґрунти основи фактично ніколи не мають абсолютно однорідну будову, крім того через явище розподільчої здатності ґрунта спостерігається нерівномірна стисливість зі збільшенням жорсткості основи при наближенні до краю фундаменту з причини залучення в роботу ґрунтів навколо будівлі [10]. «Значимими» нерівномірні деформації можна вважати тоді, коли (наприклад, згідно норм) необхідно враховувати їх вплив у якості окремого навантаження на конструктивну систему будівлі. Причини таких деформацій в цілому виділені у науковій, нормативній та ін. літературі, наприклад, у діючому ДБН В.2.1-10-2009 [11]. В цілому для розгляду у дослідженнях виділені наступні складні та особливі умови будівництва, що є чинниками ЗНДО: просідаючі ґрунти; насипні та намивні ґрунти у випадку їх значної нерівномірної стисливості; території із підземними виробками; закарстовані території; зсувонебезпечні території за умови часткового можливого послаблення основи будівлі; підтоплювані території у випадку виникнення значних нерівномірних деформацій основи; умови щільної забудови; значна неоднорідність ґрунтів.

Однією з основних в дослідженнях стала наявна проблема щодо неможливості згідно ДБН В.1.2-2:2006 [12] врахування в одному сполученні більше одного епізодичного (аварійного) навантаження, до яких відносять сейсмічні та ЗНДО від докорінної зміни в структурі ґрунта. Щодо цього відмічено, що попередньо отриманий конструктивною системою від ЗНДО напружено-деформований стан є усталеним (постійним), а не епізодичним (аварійним). Адаже за сутністю є попереднім напруженням з врахуванням відповідних релаксаційних процесів, деформацій і пошкоджень, і відноситься до категорії постійних навантажень згідно п. 4.11 ДБН [12]. Таким чином, в розрахунку на сейсміку враховується постзусилля (а не сам вплив) від ЗНДО та вже отриманий деформований стан. Дані міркування дають можливість врахування в одному сполученні сейсмічних навантажень та впливу ЗНДО.

Також важливим є обґрунтування необхідності розгляду можливості суміщення розглядуваних складних впливів. В цілому визначено, що прояв ЗНДО створює небезпеку виникнення послідовного суміщення перекосів ділянок конструктивних систем в горизонтальному та вертикальному напрямках при можливому горизонтальному сейсмічному впливі. При цьому при несприятливому сполученні напрямів перекосів відбувається збільшення найбільших зусиль і напруг в окремих елементах та ділянках конструкцій до 2 раз в порівнянні з тільки сейсмічним горизонтальним впливом. Дане явище суттєво знижує сейсмостійкість (граничні сейсмічні навантаження) конструктивної системи з причини перевантаження та пошкодження найбільш напружених ділянок конструкцій. Таким чином, важливим є врахування можливого сумісної (послідовної) дії ЗНДО и сейсміки з точки зору оцінки ступеню можливого зниження сейсмостійкості конструктивних систем, а також розробки відповідного їх захисту.

Для експериментальної демонстрації наведеного явища були на базі НДІБК проведенні випробування кам'яних балок-стінок розмірами 1290x847x250 мм, на які діяли вертикальні та горизонтальні сили та відповідні перекоси. Зразки балок-стінок склалися з цегли рядової керамічної повнотілої М100 ( $f_b = 10,0$  МПа) та розчину цементно-піщаного з додаванням вапна М50 ( $f_m = 5,0$  МПа).

Один зразок випробувався послідовним прикладенням вертикальних та горизонтальних навантажень з обпиранням на двох опорах по краях (відображення дії перекосів в вертикальному та горизонтальному напрямках), а другий аналогічно, але з обпиранням по всій нижній поверхні (лише горизонтальний перекіс). В результаті отримано руйнуюче горизонтальне навантаження – 119 кН для зразка на двох опорах та 170 кН для зразка з повним обпиранням, що й підтверджує твердження про суттєве зниження опору конструктивної системи на прикладі балки-стілки на дію горизонтальних навантажень за дії вертикальних перекосів від ослаблення основи.

При аналізі особливостей дії ЗНДО на конструктивні системи визначено, що всі розглянуті чинники значних нерівномірних деформацій можуть генерувати два типи впливу на конструктивну систему будівель з точки зору врахування у відповідних розрахунках:

- перший тип відображає виникнення додаткових деформацій основи під дією тиску під подошвою фундаменту з різних причин (враховується через відповідну корекцію жорсткості основи);

- другий тип відображає нерівномірне деформування основи без безпосередньої дії тиску від фундаменту під впливом власної ваги ґрунтового масиву та негативних явищ у ньому (враховується прямим або непрямим прикладенням до фундаменту відповідних вимушених переміщень, розподіл та величину яких визначають за спеціальними формулами).

Узагальнення показало, що у практиці прикладних інженерних сейсмічних розрахунків будівель використовують 3 основних підходи: защемлення розрахункової схеми будівлі в основі; врахування пружної піддатливості (жорсткості) основи; врахування масиву ґрунтової основи зі власною вагою у якості частини динамічної розрахункової схеми (врахування інерції основи). При цьому проведений автором в ПК ЛИРА-САПР відповідний розрахунковий експеримент показав, що: неврахування маси ґрунту основи (тільки його жорсткості) може призводити до суттєвої зміни динамічних характеристик моделі будівлі (збільшення до 36% періодів перших форм коливань); визначення загальних зусиль є більш точним (похибка не перевищила 21% зниження зусилля); інерційні властивості основи найменше впливають на динамічні характеристики розрахункової системи гнучких багатоповерхових будівель, для яких вони можуть не враховуватися для інженерних прикладних розрахунків стандартним спектральним методом. З врахуванням необхідності врахування для сейсмічних розрахунків динамічної жорсткості основи розроблена методика переходу від статичних коефіцієнтів жорсткості основи  $C_z^{stat}$  до динамічних  $C_z^{dyn}$  для сейсмічних розрахунків.

Для дослідження особливостей динамічних характеристик будівель, що зазнали пошкоджень від ЗНДО та розробки додаткових рекомендацій щодо врахування основи та впливу ЗНДО у розрахунках проведено натурні вимірювання динамічних характеристик відповідних будівель у м. Києві (по вул. Саксаганського, 70/16 та по вул. Гончара, 67).

Аналіз проведених вимірювань та результатів скінчено-елементного моделювання будівель в ПК ЛИРА-САПР 2015 дозволив визначити наступне:

- необхідні особливості врахування основи при динамічних розрахунках (без побудови масиву скінчених елементів ґрунту основи) кам'яних або інших жорстких будівель суттєво залежать від напряму дії коливання. При високій протяжності будівлі (співвідношення між довжиною та висотою конструктивної

системи більше 1,5) при неглибокому закладанні фундаменту та розрахунку в довгому напрямі достатнім є, як правило, врахування підвищеної довготривалим навантаженням вертикальної динамічної жорсткості основи. При співвідношенні між габаритом в плані та висотою менше 1,0 та розрахунку в даному напрямі необхідно приділяти більшу увагу створенню ефекту защемлення будівлі в основі через врахування опору (жорсткості) ґрунту по бокових поверхнях фундаментів.

- обов'язковим є врахування ефектів підвищеної динамічної жорсткості основи у порівнянні з статичними значеннями. Підвищує точність розрахунків врахування збільшення жорсткості основи при наближенні до краю розвинутого в плані фундаменту.

- для динамічного розрахунку з метою відображення натурних вимірювань динамічних характеристик будівель при мікросейсмічних впливах більш точним є, як правило, застосування квазіпостійних значень тимчасових статичних навантажень, а також початкових модулів пружності матеріалів. При цьому слід уникати призначення жорсткісних параметрів конструкцій за мінімальними значеннями їх міцності, в також включати в розрахунок всі елементи, що суттєво впливають на жорсткість конструктивної системи, адже неврахування цього може відчутно збільшити періоди власних коливань у порівнянні з натурними даними.

- орієнтиром для необхідності корекції моделі для динамічного розрахунку має бути значне відхилення визначених розрахунком періодів власних коливань системи від типових значень, визначених натурно для аналогічних будівель.

- розвиток пошкоджень кам'яної будівлі від значних нерівномірних деформацій основи підвищує періоди її власних коливань. Підвищення періоду коливань відповідає зниженню жорсткості кам'яних конструкцій на 20...30% у порівнянні з непошкодженими. При цьому не слід застосовувати таке зниження жорсткісних параметрів при розрахунку у напрямі будівлі в плані, менш пошкоджене від деформацій (наприклад, поперечному), а також для повноцінно відновлених конструкцій.

- суттєве (більше 10...15%) збільшення періодів основних форм власних коливань відбувається для малоповерхових жорстких будівель при зниженні жорсткості ділянок основи до 65% від початкового. При збільшенні гнучкості будівлі, а також для вищих форм власних коливань вплив такого ослаблення – значно менше або відсутнє.

Для розрахунків на послідовний вплив ЗНДО та сейсміки найбільш придатним визначено використання нелінійного статичного розрахунку методом спектру несучої здатності (СНС), який з'явився у нових ДБН [13]. При цьому розроблені доповнення до даного методики розрахунку, наведеної у ДБН [13]. Вони передбачають визначення та максимального значення коефіцієнту пластичності  $\mu_{max}$  та відповідного максимального розміру горизонтальної гілки білінійної форми графіку СНС на основі: коефіцієнту допустимих непружних деформацій і пошкоджень  $k_I = 1/R_\mu$  з таблиці 6.3 ДБН [13] або на основі спеціальних експериментальних даних; граничних значень нелінійних перекосів поверхів з табл. 6.8 ДБН [13]. Також запропонована необхідність корекції графіку сейсмічного впливу з врахуванням коефіцієнтів з ДБН [13]: впливу знакомінних навантажень  $\gamma_s$ , типу та призначення будівлі  $k_2$ , поверховості  $k_3$ , нелінійного деформування ґрунтів  $k_{gp}$ , підвищення механічних властивостей

матеріалів  $m$ . Окремо оговорені особливості врахування у методі СНС вертикальної складової коливань.

На основі проведених досліджень для розрахунку будівель і споруд в умовах можливого одночасного впливу значних нерівномірних деформацій основи (ЗНДО) та сейсмічних навантажень визначені наступні базові правила.

Для об'єктів класу відповідальності СС-1 допускаються незалежні розрахунки на дію складних впливів окремо. При цьому вважається, що стійкість і міцність конструктивної системи будівлі є достатніми для сприйняття складних впливів. Використання поєднання конструктивних вимог та захисту від обох впливів дозволяє прогнозувати низьку ймовірність руйнування будівлі у випадку послідовного поєднання зусиль від різних складних впливів, яке вважається низькоймовірним для даного класу відповідальності (з врахуванням, як правило, їх меншого періоду експлуатації, а також проведенням своєчасних відновлювальних ремонтів).

Для об'єктів класу відповідальності СС-2 та СС-3 для підбору та(або) перевірки перерізів слід виконувати розрахунки на дію складних впливів окремо, для сейсмічних розрахунків при цьому необхідно приймати коефіцієнт непружних деформацій  $k_f = 1,0$  (відповідний коефіцієнт податливості  $\mu = 1$ , який передбачає відсутність непружних деформацій) з врахуванням можливості розвитку та сприйняття конструктивної системою ЗНДО після землетрусу. Для СС-2 допускається сполучення навантажень з врахуванням сейсміки приймати за формулою:

$$N_d = \gamma_n N_{stat} + \frac{N_p}{\gamma_m}, \quad (1)$$

де  $\gamma_m \leq 1/k_f$  – коефіцієнт надійності за матеріалами конструкцій, інші позначення прийняті згідно ДБН В.1.1-12 [13]. Тобто для сприйняття сейсмічного навантаження як аварійного навантаження враховувати характеристичні значення фізико-механічних характеристик матеріалів несучих конструкцій у вигляді відповідного зниження даного навантаження. Але при цьому ефект від такого зниження не повинен перевищувати ефект від врахування непружних деформацій конструктивної системи. Для перевірки прийнятих конструктивних рішень слід також провести додатковий розрахунок на аварійне сполучення навантажень з послідовним впливом ЗНДО (як попереднього напруження конструктивної системи) та сейсміки з врахуванням характеристичних фізико-механічних характеристик матеріалів конструкцій (за принципами розрахунку на прогресуюче руйнування) з використанням нелінійного статичного розрахунку. Обрунтування такої необхідності ґрунтується на постійному характері напружено-деформованого стану (переднапруження вважається постійним навантаженням) будівлі від ЗНДО, а також необхідності гарантування необрушення будівлі даного класу відповідальності від можливого послідовного впливу розглядуваних складних умов.

Також розроблені наступні основні принципи захисту будівель за одночасної наявності чинників ЗНДО та сейсміки:

- для класу наслідків СС-3 не рекомендується допущення необхідності у капітальних ремонтах та(або) вирівнюваннях після розглядуваних складних

впливів (1-2 категорія технічного стану після впливу згідно ДСТУ-Н Б В.1.2-18 [14]).

- для класу наслідків СС-2 допускається проведення планових капітальних ремонтів та(або) вирівнювань після складних впливів, але без виникнення аварійного технічного стану (2-3 категорія технічного стану після впливу).

- для класу наслідків СС-1 рекомендується допущення обмежених деформацій і пошкоджень, що відповідають 3 категорії технічного стану, після складних впливів з проведенням подальших капітальних ремонтів та(або) вирівнювань (3 категорія технічного стану після впливу).

Необхідно поєднувати правила захисту, передбаченими нормами та правилами для проектування та захисту в сейсмонезбезпечних умовах та наявності чинників ЗНДО, що є корисними для захисту від обох видів впливів, зокрема: передбачати просту форму в плані, симетричність жорсткостей і мас; зменшувати масу конструкцій та елементів будівель для зменшення вертикальних і горизонтальних гравітаційних і інерційних навантажень; забезпечувати стійкість і геометричну незмінність конструктивної системи (використовувати жорсткі конструктивні системи); створювати надійне поєднання жорстких дисків перекриттів і покриття з вертикальними несучими конструкціями. Не слід застосовувати способи захисту будівель і споруд, які є ефективними або допустимими для захисту від одного виду складного впливу, але є послаблюючими для іншого, зокрема: не застосовувати піддатливі та комбіновані конструктивні системи; обмежувати для більш відповідальних будівель розвиток пошкоджень і нелінійних (пластичних) деформацій з врахуванням очікуваного накладання зусиль від одного виду складного впливу на інший; не застосовувати безригельні залізобетонні каркаси; не використовувати укрупнені сітки колон.

В цілому пропонуються наступні можливі підходи до захисту будівель за одночасної наявності чинників ЗНДО та сейсміки: повне видалення чинників ЗНДО та сейсмостійке проектування без їх врахування (в майбутньому можлива необхідність у ремонтах після землетрусів); часткове зниження впливу ЗНДО та сейсміки (активний сейсмозахист, підготовка основи тощо) разом з конструктивним захистом будівлі або споруди на знижений рівень особливих впливів (в майбутньому – обмежена потреба у ремонтах та(або) вирівнюваннях конструктивної системи); повністю конструктивне сприйняття особливих впливів (в майбутньому – повноцінна потреба у ремонтах та(або) вирівнюваннях конструктивної системи).

На основі викладеного вище можна зробити наступні висновки. Проблема захисту будівель в умовах можливої сумісної дії сейсмічних навантажень та значних нерівномірних деформацій основи є актуальною. Основна небезпека полягає у суттєвому зниженні сейсмостійкості будівель, які зазнали впливу значних нерівномірних деформацій. Проведені автором дослідження дозволили обґрунтувати механізми негативної дії ЗНДО на сейсмостійкість конструктивної системи будівель, необхідність врахування сумісної послідовної дії ЗНДО та сейсміки, а також розробити методи розрахунку та захисту будівель в розглянутих складних умовах, основні положення яких наведені в даній статті.

1. Инструкция по проектированию бескаркасных жилых домов, строящихся с комплексом защитных мероприятий на просадочных грунтах в сейсмических районах Молдавской ССР. – К.: КиевЗНИИЭП, 1982. – 43 с. 2. Матвеев И.В. Сочетание воздействий просадки оснований и сейсмике в расчетах зданий / И.В. Матвеев, В.И. Кравченко // Строительная механика и расчет сооружений. – М.: Стройиздат, 1990. – №4/1990. – С. 28-32. 3. Основы конструирования и обеспечения карсто-сейсмоустойчивости многоэтажных зданий: Учебное пособие для вузов / А. И. Сапожников. – Астрахань: АИСИ, 2001. – 108 с. 4. Банах В.А. Учет деформированной схемы зданий в расчетных моделях при расчете на сейсмические воздействия / В.А. Банах, А.В. Банах // Будівельні конструкції. – К.: НДБК, 2006. – Вип. 64. – С. 132-139. 5. Кусбекова М.Б. Особенности проектирования объектов в сейсмических районах на просадочных грунтах / М. Б. Кусбекова // Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века: Труды Междунар. науч.-практ. конф. (IV том). – Алматы: КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2013. – С. 27-30. 6. Провести научно-исследовательские работы и разработать предложения по выбору рациональных конструктивных решений в жилых зданиях, строящихся в условиях одновременного воздействия сейсмике и просадки и подготовить задание на их разработку: Отчёт о НИР (заключ.) / КиевЗНИИЭП. – К., 1984. – 91 с. – Тема № 12Б/1-Е; Арх. № 3403-0. 7. Разработка рекомендаций по обеспечению эксплуатационной надёжности эксплуатируемых и вновь проектируемых жилых зданий юго-западного микрорайона г. Измаил. Этап II, часть 2: Отчёт о НИР (заключ.) / КиевЗНИИЭП. – К., 1990. – Т.1: Рекомендации по защите эксплуатируемых жилых зданий II этапа на период их дальнейшей эксплуатации в юго-западном микрорайоне г. Измаила. – 113 с. – Тема № 271н/88; Арх. № 4743-0. 8. Хохлін Д. О. Конструктивний захист житлових будинків масових серій, що експлуатуються в умовах просідаючих ґрунтів сейсмонезбезпечних територій : дис. ...канд. техн. наук : 05.23.01 / Хохлін Денис Олександрович. – К., 2009. – 204 с. 9. Хохлін Д.О. Житлові будівлі масових серій в умовах просідаючих ґрунтів сейсмонезбезпечних територій України / Д.О. Хохлін // Сборник научных трудов «Состояние современной строительной науки – 2010». – Полтава: Полтавский ЦНТЭИ, 2010. – С. 159-167. 10. Горбунов-Посадов М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова, В.И. Соломин. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Стройиздат, 1984. – 679 с. 11. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. – [На заміну СНиП 2.02.01-83; Чинні від 01.07.09]. – К.: Укрархбудінформ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с. 12. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-2:2006. – Офіц. вид. – [На заміну СНиП 2.01.07-85\*; Чинні від 2007-01-01]. – К.: Укрархбудінформ: Мінбуд України, 2006. – 75 с. 13. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014. – Офіц. вид. – [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; Чинні від 2014-10-01]. – К.: Укрархбудінформ: Мінрегіон України, 2014. – 110 с. 14. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. – Офіц. вид. – [Чинні від 2017-04-01]. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 62 с.