

## **ВРАХУВАННЯ СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВІВ НА СТІЙКІСТЬ СХИЛІВ В ДСТУ-Н «ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ»**

Немчинов Ю.І., Мар'єнков М.Г., Калюх Ю.І., Домбровський Я.І.,  
Шумінський В.Д.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»

Трофимчук О.М., Кліменков О.А., Берчун Я.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** На даний час будівництво значної кількості нових об'єктів відбувається на територіях, на яких можливі прояви небезпечних інженерно-геологічних процесів, зокрема зсувів. При дії землетрусів на масиви ґрунтів на схилах підсилюється вплив руйнівних сил, що додатково зменшує їх стійкість. Тому при проектуванні об'єктів на схилах слід враховувати сейсмічні дії на стійкість схилів та їх вплив на масив ґрунту.

**АННОТАЦИЯ:** В настоящее время строительство значительного количества новых объектов происходит на территориях, на которых возможны проявления опасных инженерно-геологических процессов, в частности оползней. При воздействии землетрясений на массивы грунтов на склонах усиливается влияние разрушительных сил, что дополнительно уменьшает их устойчивость. Поэтому при проектировании объектов на склонах следует учитывать сейсмические воздействия на устойчивость склонов и их влияние на массив грунта.

**ABSTRACT:** The construction of a considerable number of new projects is currently carried out on territories where the occurrences of dangerous engineering-geological processes, particularly landslides are possible. Under the earthquake actions on the soil massifs of slopes, the effects of destructive forces increase, which additionally reduces the slopes stability. Therefore, when designing the objects on slopes, it is necessary to take into account the seismic actions on the slopes stability and their influences on the soil massifs.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** зсув, стійкість, інженерний захист території, будівель і споруд, сейсмічні впливи, акселерограма.

## ВСТУП

Будівництво нових об'єктів все частіше відбувається на ділянках, на яких можливі прояви небезпечних геологічних процесів, зокрема зсувів. Землетруси підсилюють дії руйнівних сил, особливо на схилах, що може призвести до втрати стійкості схилу та потребує виконання додаткових заходів з інженерного захисту ділянки будівництва. При цьому слід звертати увагу не лише на основний дестабілізуючий фактор дії сейсмічних сил, але і на супутні їх прояви, зокрема на зменшення фізико-механічних характеристик ґрунтів під впливом сейсмічних дій, що може призвести до активізації зсувів.

Проект ДСТУ-Н «Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів» розроблено в розвиток положень ДБН «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення». Ці документи знаходяться на розгляді в Мінрегіоні.

При врахуванні сейсмічних впливів на стійкість схилів при інженерному захисті територій, будівель і споруд від зсувів слід виконувати вимоги наступних нормативних документів: ДБН В.1.1-12 [1], ДБН В.1.2-14 [2]; ДБН А.2.1-1 [3]; ДБН В.1.1-24 [4]; ДБН В.1.1-3 [5]; ДБН В.1.1-25 [6].

При можливості сейсмічних впливів на будівлі та споруди, в проєкті слід передбачити компенсаційні заходи як для об'єктів, що захищаються, так і для споруд інженерного захисту. Споруди інженерного захисту повинні забезпечувати надійну роботу в екстремальних, сейсмічних умовах.

Термін служби об'єктів і заходів інженерного захисту повинен відповідати строкам служби об'єктів, які підлягають захисту. При наявності різних видів небезпечних геологічних процесів інженерний захист територій, будівель та споруд повинен розроблятися з урахуванням усіх небезпечних факторів і особливостей роботи інженерних споруд, включаючи сейсмічні дії.

**Метою інженерного захисту територій, будівель та споруд** від небезпечної (руйнівної) дії землетрусів в сейсмічних районах згідно вимог ДБН А.2.1-1 [2] є зниження до безпечного рівня їх негативного впливу на об'єкти і території.

Інженерний захист території, будівель та споруд від зсувів – це комплекс інженерних споруд, інженерно-технічних, соціально-правових, організаційно-господарських заходів, що забезпечують захист територій та існуючих об'єктів, регулюють гравітаційні процеси на схилах та запобігають їх негативному прояву, що не враховані під час інженерної підготовки.

**Постановка задачі.** На даний час забудовано більшість територій зі звичайними інженерно-геологічними умовами, тому нові об'єкти будівництва проєктуються та зводяться в сейсмічних районах і на ділянках зі

складними інженерно-геологічними умовами, включаючи схили. Ці ділянки характеризуються значними перепадами відміток поверхні, високими рівнями ґрунтових вод, можливістю землетрусів і активізації зсувних процесів, наявністю ґрунтів, які мають особливі властивості тощо. Це призводить до необхідності розроблення додаткових заходів із захисту нових об'єктів, які повинні забезпечити їх безпечну експлуатацію. Впровадження цих заходів, зазвичай, призводять до подорожчання проектних і будівельних робіт.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

В статті наведені методики розрахунків щодо врахування сейсмічних впливів на схили для квазістатичного, спектрального та прямого динамічного методів.

### Квазістатичний метод

Відповідно до вимог додатку К ДБН В.1.1-12 сила сейсмічного впливу визначається шляхом перемноження набору коефіцієнтів: динамічності, форми власних коливань, які враховують ґрунтові умови, прискорення ґрунту, допустимість пошкоджень конструкцій та маси  $i$ -того блоку. Врахування сейсмічних впливів на схили для квазістатичного метода оцінки стійкості схилу ґрунту ґрунтує на методах Г. А. Шахунянця і круглоциліндричних поверхонь ковзання, а для спектрального та прямого динамічного методів – на ДБН В.1.1-12 [1].

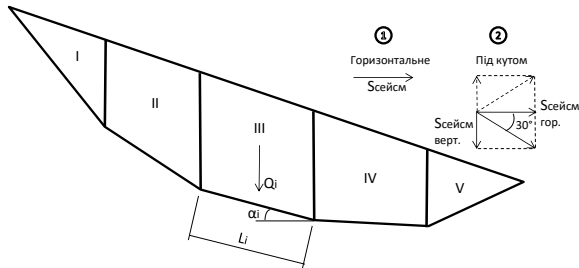


Рис. 1. Розрахункова схема зсувного масиву  
Зсувний тиск визначають за формулою:

$$E = \gamma_{fc} \cdot F - \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot R, \quad (1),$$

де  $\gamma_{fc}$  – коефіцієнт сполучення навантажень;

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи;

$\gamma_n$  – коефіцієнт надійності (відповідальності);

$R$  – утримуючі сили, кН ;

$F$  – зсувні сили, кН.

Коефіцієнт стійкості схилу при основному сполученні навантажень (без впливу сейсміки) визначається за формулою:

$$K_{st} = \frac{R}{F} = \frac{\sum_1^i (Q_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \cdot l_i) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_1^i (Q_i \cdot \sin \alpha_i \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)})}, \quad (2)$$

де  $R$  – утримуючі сили, кН;

$F$  – зсувні сили, кН;

$Q_i$  – вага  $i$ -того блоку, кН/м;

$\varphi_i$  – кут внутрішнього тертя в  $i$ -тому блоці, град.;

$c_i$  – питоме зчеплення ґрунту в  $i$ -тому блоці, кПа ;

Коефіцієнт стійкості схилу при основному сполученні навантажень з горизонтальним прикладанням сейсмічних сил визначається за формулою:

$$k_{st} = \frac{R}{F} = \frac{\sum_1^i (Q_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \cdot l_i) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_1^i (Q_i \cdot \sin \alpha_i \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} + S_{сейсм})}, \quad (3)$$

де  $S_{сейсм} = k_f \cdot k_\psi \cdot m_k \cdot U_0 \cdot \beta \cdot \eta$  – сейсмічна складова зсувних сил згідно

ДБН В.1.1-12;

$U_0 = k_A \cdot g \cdot a_0$  – сейсмічне прискорення ґрунтів основи, м/с<sup>2</sup>;

$k_A$  – коефіцієнт, який враховує ймовірність сейсмічної події протягом терміну експлуатації споруди  $T_{сл}$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$a_0$  – розрахункова амплітуда прискорень основи (в долях  $g$ ), яка визначається із врахуванням ґрунтових умов ділянки будівництва

для землетрусів з періодом нормативної повторюваності  $T_{повт}$ ;

$k_f$  – коефіцієнт, який залежить від пошкоджень, що допускаються у спорудах і приймається 0,3 при 7-8 балах, та 0,45 при 9 балах;

$k_\psi$  – коефіцієнт, який враховує демпфуючі властивості конструкцій і для споруд із ґрунтових матеріалів становить 0,7;

$m_k$  – маса  $i$ -того блоку;

$\beta \eta = 1$  – добуток коефіцієнтів динамічності та форми власних коливань.

Коефіцієнт стійкості схилу з сейсмічними силами, прикладеними під кутом в 30° до горизонту, визначаємо за формулою:

$$k_{st} = \frac{R}{F} = \frac{\sum_1^i ((Q_i \pm S_{сейсм(верт)i}) \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \cdot l_i) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_1^i ((Q_i \pm S_{сейсм(верт)i}) \cdot \sin \alpha_i \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} + S_{сейсм(гор)i})}, \quad (4)$$

При похилому сейсмічному впливі, горизонтальна складова сейсмічного навантаження ( $S_{сейсм(гор)i}$ ) визначається множенням  $S_{сейсм}$  (формула 3), визначеної за ДБН В.1.1-12, на  $\cos 30^\circ$ , а вертикальна складова ( $S_{сейсм(верт)i}$ ) – на  $\sin 30^\circ$ . При цьому, позитивне значення вертикальної складової приймається для активної частини схилу, а від’ємне - для контрфорсної. Якщо значення коефіцієнта стійкості блоку  $k_{st} \leq 1$ , то його вважають блоком активної частини, а при  $k_{st} > 1$  – блоком контрфорсної частини.

### Оцінка напружено-деформованого стану масиву ґрунту схилу при статичних і сейсмічних впливах

Локальне руйнування ґрунту в деякій точці ґрунтового масиву не означає, що масив у цілому втратив стійкість і зруйнувався. Тільки в тому випадку, коли ціла область, що має зони, які починаються від вільної поверхні на одній ділянці та вихід на вільну по-верхню у іншій ділянці, перейде в граничний стан і пластичні деформації накопичуються безмежно, відбудеться руйнування ґрунтового масиву.

Граничний напружений стан ґрунту характеризується такою комбінацією напружень, при якому у випадку малого збільшення їх значень відбувається руйнування ґрунту. Зазвичай, руйнування ґрунту відбувається у вигляді втрати стійкості, утворення незворотних деформацій по сформованим при цьому поверхням ковзання.

Для аналізу зусиль у точці ґрунтового масиву використовується умова, за якою на ділянках можливого початку ковзання дотичні напруження  $\tau$  пов’язані з нормальними напруженнями  $\sigma$  лінійною залежністю

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (5)$$

де  $\varphi$  і  $c$  – відповідно кут внутрішнього тертя й питоме зчеплення.

Умову граничної рівноваги, виражену через параметри  $\varphi$  і  $c$  та компоненти напруг  $\sigma_x$ ,  $\sigma_z$  і  $\sigma_{xz}$  у плоскій задачі можна записати в наступній формі:

$$(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\tau_{xz}^2 = (\sigma_x + \sigma_z + 2c)^2 \sin^2 \varphi, \quad (6)$$

де  $\sigma_x$ ,  $\sigma_z$  і  $\sigma_{xz}$  – відповідно, нормальні, паралельні осям  $x$  і  $z$ , та дотичні напруги в точці аналізу;

$\sigma_c = c/\operatorname{tg} \varphi$  – напруження всебічного стиску;

$\varphi$  і  $c$  – кут внутрішнього тертя й питоме зчеплення.

Розрахунки на сейсмічні навантаження рекомендується виконувати, приймаючи понижені значення розрахункового кута внутрішнього тертя  $\varphi_c$  шляхом зменшення його при розрахунковій сейсмічності: для 7 балів – на  $2^\circ$ ; для 8 балів – на  $4^\circ$ ; для 9 балів – на  $7^\circ$  згідно ДБН В.2.1-10. Зміна № 1. Для класів наслідків (відповідальності) СС3 значення кута внутрішнього тертя ґрунту при сейсмічних впливах рекомендується приймати за результатами спеціальних досліджень.

Максимальні дотичні напруження діють по площадках, нахиленим до площадки з максимальним головним напруженням  $\sigma_1$  під кутом

$$\alpha = 45^\circ \pm \varphi/2. \quad (7)$$

Головні напруження визначають за формулою:

$$\sigma_{\max/\min} = \sigma_{1/3} = \frac{\sigma_x + \sigma_y \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\tau_{xz}^2}}{2}. \quad (8)$$

Площини, по яких діють головні напруження, визначаються кутом нахилу нормалей до головних площадок:

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xz}}{(\sigma_x - \sigma_z)}. \quad (9)$$

Алгоритм визначення коефіцієнта стійкості при аналізі міцності методом скінчених елементів (СЕ).

1. Визначається положення площадки ковзання – ділянки, по якій діє максимальне дотичне напруження

$$\psi = \alpha + \alpha_0.$$

1.1. Максимальні дотичні напруження діють по площадках, нахилених до площадки з максимальним головним напруженням  $\sigma_1$  під кутом

$$\alpha = 45^\circ \pm \varphi/2.$$

1.2. Ділянки, по яких діють головні напруження, визначаються кутом нахилу нормалей до головних площадок

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xz}}{(\sigma_x - \sigma_z)}, \quad \alpha_0 = \frac{\operatorname{arctg}\left(-\frac{2\tau_{xz}}{(\sigma_x - \sigma_z)}\right)}{2}. \quad (10)$$

2. Визначається значення максимального дотичного напруження, що діє по площадці ковзання

$$\tau_\psi = \frac{(\sigma_x - \sigma_z)\sin 2\psi}{2} - \tau_{xz}\cos 2\psi. \quad (11)$$

3. Визначається значення нормального напруження, що діє перпендикулярно до площадки ковзання за формулою

$$\sigma_\psi = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} + \frac{(\sigma_x - \sigma_z)\cos 2\psi}{2} + \tau_{xz}\sin 2\psi. \quad (12)$$

4. Визначається граничне значення дотичного напруження, що зсуває ґрунт по цій площадці  $\tau_{\psi\max} = \sigma_\psi \operatorname{tg} \varphi + c$

5. Визначається коефіцієнт стійкості  $k_{st} = \frac{\tau_{\psi \max}}{\tau_{\psi}}$ .

6. Для визначення коефіцієнта стійкості призначаються розрахункові вертикалі, по яких виконується аналіз напружено-деформованого стану. По кожній вертикалі визначаються зони, у яких коефіцієнт стійкості має мінімальне значення (визначається положення кривої ковзання). За коефіцієнт стійкості приймається мінімальне значення на останній вертикалі кривої ковзання.

### Прямий динамічний метод

Сейсмічне прискорення ґрунтів задається розрахунковою акселерограмою землетрусу, яка у загальному випадку являє собою трикомпонентну ( $j = 1, 2, 3$ ) функцію прискорення коливань у часі  $\ddot{U}_0(t)$ . При цьому зміщення, деформації, напруження і зусилля визначаються на всьому часовому інтервалі сейсмічного впливу на споруду.

Розрахункові акселерограми, на додаток до параметру  $a_0$ , повинні також відповідати всім іншим параметрам, що характеризують розрахункову сейсмічну дію. Якщо наявних сейсмологічних даних недостатньо для установлення пікових значень розрахункових прискорень  $a_0$ , то на попередній стадії проектування допускається визначати значення  $a_0$  відповідно до табл. 6.5 ДБН В.1.1-12.

Примітка. У якості вихідного сейсмічного впливу можуть задаватися як акселерограми, так і велосиграми або сейсмограми.

Розрахунок на проектний землетрус (ПЗ) здійснюється, як правило, із застосуванням лінійного часового динамічного аналізу, а на максимальний розрахунковий землетрус (МРЗ) – нелінійного або лінійного часового динамічного аналізу.

Часовий динамічний аналіз (лінійний і нелінійний) здійснюється із застосуванням покрокового інтегрування диференціальних рівнянь, лінійний динамічний аналіз також допускається виконувати методом розкладення рішення в ряд за формами власних коливань.

Значення максимального пікового прискорення в ґрунтах схилу визначаємо за формулою 9.2 ДБН В.1.1-12:  $a_{II} = \max|\ddot{U}_0(t)|$ . Воно повинно бути не менше прискорень, які визначаються при відповідній розрахунковій сейсмічності за картами сейсмічного зонування території країни або з використанням карт загального сейсмічного районування відповідно до ДБН В.1.1-12.

Розрахунок зсувонебезпечних масивів виконується на спільну дію трьох компонентів акселерограми. Результати розрахунку (зміщення, деформації, напруження, зусилля) визначаються для всіх моментів часу періоду дії акселерограми і з них вибираються екстремальні значення. При цьому отримані величини, що характеризують стан схилу при коливаннях за напрямками осей X, Y, Z, підсумовуються за формулою 6.8 ДБН В.1.1-12.

Кількість форм власних коливань  $n$ , які враховуються у розрахунках із застосуванням розкладення рішення за вказаними формами, вибирається таким чином, щоб виконувались умови:  $\omega_n \geq 3\omega_1$ ;  $\omega_n \geq 2\omega_c$ ,

де  $\omega_n$  – частота останньої форми власних коливань, які враховуються;

$\omega_1$  – мінімальна частота власних коливань;

$\omega_c$  – частота, що відповідає піковому значенню на спектрі відгуку розрахункової акселерограми. При цьому кількість використаних форм коливань повинно складати не менше ніж три.

Диференційні рівняння руху ґрунту в матричному вигляді за наявності сил в'язкого тертя (гіпотеза Фойгта) мають вигляд:

$$[M]\{\ddot{q}(t)\} + [C]\{\dot{q}(t)\} + [K]\{q(t)\} = \{P(t)\}, \quad (13)$$

де  $[M]$ ,  $[C]$ ,  $[K]$  – відповідно матриця мас, затухання й жорсткості ґрунтового масиву;

$\{\ddot{q}(t)\}$ ,  $\{\dot{q}(t)\}$  і  $\{q(t)\}$  – відповідно вектор швидкості й прискорення переміщення ґрунту;

$\{P(t)\}$  – вектор сейсмічних сил (кінематичний вплив на схил).

При розв'язку диференціальних рівнянь руху (13) застосовується метод прямого крокового інтегрування.

Слід зазначити, що матриця затухання обчислюється з урахуванням в'язкої границі. Для цього на нижній і бічних границях розрахункової області встановлюються демпфери, які дозволяють поглинати енергію відбитих хвиль у межах до 96%.

Матриця жорсткості при нелінійних динамічних розрахунках обчислюється на кожному кроці розрахунків, який відповідає кроку дискретизації акселерограми.

Коефіцієнти в'язкості демпферів визначаються за формулою:

$$C_{P(S)} = V_{P(S)} * a * b * \rho, \quad (14)$$

де  $C_{P(S)}$  – коефіцієнт в'язкості демпфера, що відповідає поздовжній (поперечній) хвилі в ґрунті;

$V_{P(S)}$  – швидкість поздовжньої (поперечної) хвилі в ґрунті, м/с;

$a$  – довжина сторони прямокутного або трикутного скінченного елемента розрахункової схеми, м;



$b$  – товщина скінченого елемента, м;

### Спектральний метод

Згідно спектрального методу розрахункові сейсмічні навантаження  $S_{ik}$  у  $k$ -ій точці хвостосховища за прийнятим напрямком сейсмічного впливу та  $i$ -му тону власних коливань споруди визначались за формулами:

$$S_{ki} = k_1 k_2 k_3 S_{окi}, \quad S_{окi} = Q_k a_0 k_{гр} \beta_i \eta_{ki}, \quad (15)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, який враховує непружні деформації і локальні пошкодження елементів споруди, прийнято рівним 0,5;

$k_2$  – коефіцієнт відповідальності споруди, прийнято рівним 1,0;

$k_3$  – коефіцієнт, який враховує поверховість споруди,  $k_3=1,0$ ;

$a_0$  – відносне прискорення ґрунту, прийнято рівним 0,2 для сейсмічності 8 балів;

$k_{гр}$  – коефіцієнт, який враховує нелінійне деформування ґрунту основи споруди, прийнято рівним 1,0 для ґрунту II-ї категорії за сейсмічними властивостями;

$Q_k$  – вага ділянки хвостосховища, зосереджена в точці  $k$ , яка визначається

з врахуванням щільності матеріалу укосів хвостосховища;

$\beta_i$  – коефіцієнт динамічності, який відповідає  $i$ -му тону власних коливань споруди;

$\eta_{ki}$  – коефіцієнт, що залежить від форми деформації ґрунту хвостосховища при власних коливаннях за  $i$ -м тоном та від місця розташування навантаження (маси ділянки хвостосховища).

### Визначення сейсмічного навантаження при впливах інтенсивністю менше 6 балів

Сейсмічні навантаження інтенсивністю менше 6 балів можуть викликатися наступними техногенними причинами, які негативно впливають на розташовані поруч схили, будівлі і споруди та їх основу:

- вибухами в кар'єрах;

- рухом залізничного і вантажного транспортів; роботою будівельної техніки тощо.

Сейсмічні події інтенсивністю до 6 балів можуть призводити до:

- значного погіршення фізико-механічних характеристик ґрунтів схилу по поверхні ковзання і, таким чином, негативного впливу на стійкість схилу та збільшення величини зсувного тиску на утримуючі споруди;

- утворення мікротріщин в масивах ґрунту схилів, які можуть посту-

пово збільшуватися, перетворюючись в єдину поверхню ковзання.

Для споруд класу наслідків (відповідальності) ССЗ розрахунки стійкості схилу необхідно виконувати за результатами спеціальних досліджень з врахуванням виду сейсмічного навантаження.

При проектуванні об'єктів на територіях, на яких можливі сейсмічні дії, в складі робочої документації повинні розроблятися заходи з інженерного захисту території, реалізація яких забезпечить зниження до безпечного рівня негативний вплив сейсміки на нове будівництво і подальшу безпечну експлуатацію цих об'єктів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Будівництво в сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014. - [Чинні від 2014-10-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2014. - 110 с. - (Будівельні норми України).
2. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - [Чинні від 2009-01-12]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 37 с. - (Будівельні норми України).
3. Інженерні вишукування для будівництва: ДБН А.2.1-1-2008. - [Чинні від 2008-05-02]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 76 с. - (Будівельні норми України).
4. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування: ДБН В.1.1-24:2009. - [Чинні від 2010-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. - 69 с. - (Будівельні норми України).
5. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: ДБН В.1.1-3-97. - [Чинні від 1997-07-01]. - К.: Держбуд України, 1998. - 41 с. - (Будівельні норми України).
6. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення і затоплення: ДБН В.1.1-25-2009. - [Чинні від 2011-01-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. - 30 с. - (Будівельні норми України).

## REFERENCES

1. DBN V.1.2-12:14. Construction in seismic regions of Ukrain. - [Effective as of 01.10.2014]. - K.: Ukraine Ministry of Regional Development, 2014. - 110 p. - (Building Standarts of Ukraine).
2. DBN V.1.2-14-2009 1. General principles of reliability and structural safety of buildings, structures and foundations. - [Effective as of 01.12.2009]. - K.: Ukraine Ministry of Regional Development, 2009. - 37 p. - (Building Standarts of Ukraine).

3. DBN A.2.1-1-2008 Engineering survey for construction. - [Effective as of 05.02.2008]. - K .: Ukraine Ministry of Regional Development, 2008. - 76 p. - (Building Standarts of Ukraine).
4. DBN V.1.1-24: 2009 Protection from dangerous geological processes. The main provisions of the design. - [Effective as of 07.01.2010]. - K .: Ukraine Ministry of Regional Development, 2010. - 69 p. - (Building Standarts of Ukraine).
5. DBN V.1.1-3-97 Engineering protection of territories, buildings and structures of landslides and avalanches. Key provisions. - [Effective as of 01.07.1997]. - K .: State Building Ukraine, 1998. - 41 p. - (Building Standarts of Ukraine).
6. DBN V.1.1-25-2009 Engineering protection of territories and buildings from flooding and flooding. - [Effective as of 01.01.2011]. - K .: Ukraine Ministry of Regional Development, 2010. - 30 p. - (Building Standarts of Ukraine).

Стаття надійшла до редакції 21.07.2016 р.