

УДК 626/627

Мозговий А. О., к.т.н., доцент (Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків)

ІМОВІРНІСНА ОЦІНКА РИЗИКУ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ПРОТИ ЗСУВУ БЕТОННИХ ГРЕБЕЛЬ ГІДРОВУЗЛІВ ДНІПРОВСЬКОГО КАСКАДУ

Удосконалено і апробовано алгоритм оцінки надійності бетонних гравітаційних гребель за критерієм втрати стійкості проти зсуву. Виконано імовірнісну оцінку ризику втрати стійкості проти зсуву бетонних гребель гідровузлів Дніпровського каскаду.

Ключові слова: оцінка надійності, втрата стійкості, Дніпровський каскад.

Проектування і розрахунок гідротехнічних споруд потребують оцінки їх надійності і безпеки на основі імовірнісних методів. Одним із найбільш поширених типів споруд водопідпільного фронту гідровузлів енергетичного призначення є глухі або водозливні бетонні гравітаційні греблі. Надійність бетонних гребель впливає на надійність гідровузла і каскаду гідровузлів у цілому.

Дана робота спрямована на оцінку надійності бетонних гравітаційних гребель, які входять до складу споруд водопідпільного фронту гідровузлів Дніпровського каскаду, виявлення визначних факторів, які першочергово впливають на надійність зазначених гідротехнічних споруд.

Характеристика бетонних гребель гідровузлів Дніпровського каскаду.

Кременчуцький гідровузел. Бетонна водозливна гребля призначена для пропуску паводкових витрат. Гребля гравітаційного типу. З одного боку гребля безпосередньо примикає до будівлі ГЕС, з іншого – до острівної греблі із ґрунтових матеріалів. Спряження бетонної і земляної греблі здійснено лівобережним устоем довжиною 237,8 м.

Загальна довжина греблі 191,5 м. Водозливний фронт утворюють 10 водозливних прольотів по 16,0 м кожен. До складу греблі входять: водозлив, бики, водобійний колодязь із гасителем. Водозлив греблі практичного профілю із криволінійною зливною гранню. Позначка гребня водозливу 67,0 м. У нижньому б'єфі водозлив закінчується прорізним порогом для гасіння енергії потоку. Висота греблі від осно-

ви до гребеня водозливу 14,5 м. Висота від основи до верху биків 33,0 м.

Бики греблі мають ширину 3,5 м, їх довжина по основі 40,6 м. Бики висунуті у верхній б'єф від напірної грані греблі на 18,7 м.

Дренаж складається із одного ряду вертикальних свердловин, закладених у скельну основу на глибину 17,0 м із кроком від 2,5 м до 7,5 м. Із потерн виконана цементация основи на глибину 17,0 м із кроком свердловин 4,0 м. У зоні напірної грані виконана однорядна контактна цементация на глибину 4,0 м.

За довжиною гребля розділена температурно-осадочними швами, які відрізають бики від водозливу.

Основою водозливної греблі є граніти.

Дніпродзержинський гідровузол. Водозливна гребля призначена для скиду води при високих паводках. Гребля гравітаційна, розпластаного профілю із позначкою гребеня 49,0 м. В основі греблі виконано масивний армований зуб глибиною 3,5 м. По осі зуба проходить цементацияна завіса. Гребля має загальну довжину 191,5 м і розділена биками на 10 прольотів по 16,0 м кожен.

Температурно-осадочні шви виконані посередині водозливних прольотів.

В основі греблі залягають граніти і гранітогнейси. Потужність вивітрілої зони нижче підшови греблі становить 1,0÷5,0 м, під двома секціями глибина вивітрювання доходить до 28,0 м.

Дніпровський гідровузол. Водозливна гравітаційна гребля виконана із бетону. Водозливний фронт довжиною 377 м складається із 29 прольотів шириною по 13,0 м. Довжина водозливу 41,65 м. Гребля окреслена по дузі кола радіусом 600 м.

Водозлив – практичного безвакуумного профілю. Спряження водозливу із дном нижнього б'єфу здійснено за допомогою носка, радіус окреслення якого становить 10,0 м. Напірна грань греблі – вертикальна. Водозливні прольоти розділені биками товщиною по 3,25 м. Верх биків на позначці 59,90 м слугує опорою для ферм підкранового мосту. Низові виступи биків на позначці 51,6 м призначені для розміщення на них прольотної будови шосейного мосту греблі.

Найбільша ширина основи водозливної греблі – 40,0 м, ширина бика – 44,0 м. Найбільша висота бика над основою – 62,0 м.

Температурні вертикальні шви розташовані у площинах примикання водозливних прольотів до биків і у середині кожного прольоту.

Глуха гребля лівого берега спрягає бик №47 зі шлюзом. Гребля представляє собою трапецієдальну стінку із вертикальною напірною гранню. Загальна довжина глухої греблі складає 51,50 м.

Щитова стінка ГЕС-I виділена у самостійний масив, який сприймає напір і є продовженням греблі. Із напірного боку щитова стінка має вертикальну грань до позначки 55,20 м. Ширина по верху становить 12,0 м. З безнапірного боку щитова стінка вертикальна до позначки 42,40 м, а нижче йде нахилена грань, паралельна осям напірних трубопроводів. Ширина щитової стінки по основі становить 39,0 м.

Щитова стінка по напірному фронту розрізана температурними швами на 9 основних блоків по 22,0 м кожен, водопровідний блок довжиною 7,0 м і блок малої турбіни довжиною 10,5 м.

У масиві щитового відділення розміщені напірні трубопроводи. Вхідний переріз напірних трубопроводів складається із двох отворів прямокутного перерізу із розмірами 6,5×9,5 м розділених проміжним биком.

Поперечний переріз глухої греблі трапецієдального профілю з вертикальною напірною і нахиленою безнапірною гранями. Верх греблі розташовано на позначці 54,60 м, ширина греблі по верху 6,40 м. Гребля розрізана на секції довжиною 6,0 м.

Щитова стінка ГЕС-II утворена із 16-ти прольотів водозливної греблі. На водозливні прольоти греблі укладені залізобетонні трубопроводи. Трубопроводи напірні, прямокутного перерізу, шириною 7,50 м, висотою від 7,5 м на водозаборі до 9,4 м на вході у спіральну камеру. Трубопровід, який опирається на водозливну греблю, відокремлений температурно-деформаційним швом від приагрегатної частини трубопроводу, який переходить у спіральну камеру.

Каховський гідровузол. Водозливна гребля призначена для скиду води при високих паводках. Загальна довжина греблі складає 437,5 м. Гребля примикає до будівлі ГЕС. До складу споруд бетонної гравітаційної греблі входять: понур водозливу з биками, водобій і рисберма.

В основі бетонної греблі залягають алювіальні дрібнозернисті піски. Загальна потужність пісків збільшується від лівого устою до правого від 10 м до 16 м.

Водозлив утворений бетонними масивами, які мають вертикальну напірну грань і криволінійну водозливну грань, окреслену по координатах Крігера-Офіцєрова. Позначка гребеня водозливу 7,0 м.

За довжиною гребля розрізана конструктивними швами на 10 секцій. Кожна секція містить 3 водозливних отвори, за виключенням секції №10, яка містить один отвір.

Товщина середніх биків складає 3,0 м, а биків, розділених конструктивними швами – 5,0 м.

Для зменшення температурних напружень, масив водозливу у середньому прольоті кожної секції розрізаний біля биків швами.

Алгоритм визначення ризику втрати стійкості проти зсуву на прикладі бетонної гравітаційної водозливної греблі Кременчуцького гідровузла.

При виконанні розрахунків використані основні нормативні і наукові джерела [1-5]. Розглядається одна (типова) секція. Площа основи секції греблі $A_n=526,4 \text{ м}^2$. Довжина секції $L_s=16,0 \text{ м}$. Власна вага секції $G_b=100,64 \text{ МН}$.

Задається випадкова щорічна імовірність швидкості вітру pVr , розподілена від 0 до 1. За даними [6] імовірності щорічних максимальних швидкостей вітру у м. Дніпродзержинськ, м. Запоріжжя можуть бути представлені нормальним розподілом, у м. Кременчук, м. Каховка – логарифмічно-нормальним розподілом.

За значенням pVr визначається квантіль – швидкість вітру Vr , м/с. У відповідності до імовірнісної методики розрахунку бетонних і залізобетонних конструкцій, необхідне знання розподілів випадкових величин, які відповідають розрахунковому строку служби споруди. Для бетонної гравітаційної греблі Кременчуцького гідровузла класу відповідальності СС3 розрахунковий строк служби становить $T=100$ років. Ординати функції розподілу максимальної швидкості вітру V , м/с за розрахунковий строк служби T у географічному місці розташування Кременчуцького гідровузла за розрахунковий строк служби отримані зведенням у степінь T ординат розподілів щорічної швидкості вітру Vr , м/с.

Задається випадкова, розподілена від 0 до 1, імовірність pZ позначки рівня води Z , м перед бетонною греблею.

При цьому, статичний рівень води обумовлений максимальними паводковими витратами. Статистичні дані щодо забезпеченості максимальних витрат р. Дніпро у створах гідровузлів Дніпровського каскаду наведено у роботах [5, 7].

По значенню pZ визначається квантіль – позначка рівня води Z , м перед бетонною греблею.

В залежності від статичного рівня води Z , м визначається середнє значення глибини води у водосховищі H , м і глибина води у водосховищі H_c , м перед бетонною греблею. Необхідні дані щодо характеристик водосховищ Дніпровського каскаду містяться у [8].

В залежності від середньої глибини води у водосховищі H , м визначається довжина розгону хвилі L , м за відомою методикою, наведеною у [9, 10], а також топографічними характеристиками водосховища.

В залежності від довжини розгону хвилі L , м, глибини води у водосховищі H_C , м перед греблею і швидкості вітру V , м/с визначається висота вітрового нагону dh , м [9, 10].

В залежності від довжини розгону хвилі L , м, глибини води у водосховищі H , м перед греблею і швидкості вітру V , м/с визначається середня висота хвилі h_{cp} , м [9, 10].

В залежності від середньої висоти хвилі h_{cp} , м і швидкості вітру V , м/с визначається середній період хвилі T_{cp} , с [9, 10].

В залежності від середнього періоду хвилі T_{cp} , с визначається середня довжина хвилі λ_{cp} , м за формулою [9, 10]:

$$\lambda_{cp} = \frac{g \times T_{cp}^2}{2\pi}, \quad (1)$$

де g – прискорення вільного падіння.

В залежності від довжини розгону хвилі L , м, швидкості вітру V , м/с і середньої висоти хвилі h_{cp} , м визначається висота хвилі 1% забезпеченості у системі хвиль $h_{1\%}$, м [9, 10].

Визначається хвильовий тиск при максимальному значенні горизонтального хвильового навантаження. Максимальне значення горизонтального хвильового навантаження на бетонну греблю визначається для розрахункового моменту часу t , якому відповідає величина $\cos \omega t$ [9].

Підвищення вільної поверхні хвилі біля вертикальної стінки бетонної греблі $\eta_{1\%}$, м визначається за формулою [9]:

$$\eta_{1\%} = h_{1\%} \cdot \cos \omega t + \frac{k \cdot h_{1\%}^2}{2} \cdot \cos^2 \omega t, \quad (2)$$

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda_{cp}}, \quad (3)$$

де k – хвильове число.

Епюра хвильового тиску при максимальному значенні горизонтального хвильового тиску на греблю прийнята трапецієдалною, з ординатами p_ϵ , кПа.

Значення горизонтального хвильового навантаження W_ϵ , кН у будь-якому горизонтальному перерізі, зануреному під рівень верхнього б'єфу на глибину h , дорівнює:

$$W_\epsilon = p_\epsilon \cdot \left(h + \frac{\eta_{1\%}}{2} \right). \quad (4)$$

Задається залежність між рівнем верхнього Z_i , м і нижнього б'єфів $Z_{НБ}$, м.

В інтервалі від 0 до 1 задається випадкова величина імовірності фільтраційного протитиску в основі бетонної гравітаційної греблі pA_f . За значенням імовірності визначається квантіль – величина інтенсивності фільтраційного протитиску A_f , кПа, а також сила вертикального протитиску W_f , кН.

Надалі визначаються випадкові величини: сила гідростатичного тиску з боку ВБ $W_{ВБ}$, кН, сила гідростатичного тиску з боку НБ $W_{НБ}$, кН, сила вертикального тиску ваги води на греблю $G_w=52590$ кН, сила взважуючого протитиску $G_w=41930$ кН.

Визначається горизонтальна складова тиску наносів. Нормативне значення інтенсивності тиску наносів $p_{н,н}$ визначається як тиск спокою.

Розрахункове значення інтенсивності тиску наносів p_n визначається як добуток нормативного значення на коефіцієнт надійності за навантаженням для тиску наносів, який дорівнює $\gamma_{fn}=1,2$:

$$p_n = p_{nn} \cdot \gamma_{fn} \quad (5)$$

Визначається горизонтальна проекція сили тиску наносів, яка становить $E_{нт}=520$ кН.

Визначаються навантаження на греблю від: ваги затворів $G_z=1950$ кН, ваги механізмів $G_M=1320$ кН, ваги мосту $G_{MT}=1610$ кН, корисного навантаження $G_K=1200$ кН.

Сейсмічний вплив на бетонну гравітаційну греблю задається у вигляді сукупностей таких навантажень: інерційні сили, сейсмічний гідродінамічний тиск води, сейсмічний тиск наносів, тиск від сейсмічних хвиль.

Задання сейсмічності району розташування гідровузла виконано у відповідності до основних положень [11] та даних, наведених у [12].

Кожному балу відповідає значення максимального сейсмічного прискорення \ddot{U}_0 , модуль якого визначається за формулою:

$$\ddot{U}_0 = k_A \cdot g \cdot \alpha_0, \quad (6)$$

де k_A – коефіцієнт, який урахує імовірність сейсмічного впливу упродовж призначеного строку експлуатації споруди (для гребель класу СС3 і СС2-1 значення $k_A = 1$);

α_0 – розрахункова амплітуда прискорення основи (у долях g), значення якої приймається в залежності від сейсмічності майданчика будівництва ($\alpha_0 = 0,1$ при $J = 7$ балів, $\alpha_0 = 0,2$ при $J = 8$ балів, $\alpha_0 = 0,4$ при $J = 9$ балів).

Задається випадкова щорічна імовірність сейсмічного впливу pJr , розподілена від 0 до 1. За даними [12] імовірність щорічного максимального сейсмічного впливу у м. Кременчук може бути задана логарифмічно-нормальним розподілом.

За значенням pJr визначається квантіль – бальність землетрусу Jr , бали. Виконується уточнення бальності землетрусу з урахуванням мікрорайонування місця розташування греблі (тип основи).

Виконується перерахунок ординат кривої розподілу щорічного максимального сейсмічного впливу Jr у криву розподілу максимального сейсмічного впливу J за розрахунковий строк служби.

Будується імовірнісна крива розподілу розрахункової амплітуди прискорення основи α_0 , (у долях g) від максимальної бальності землетрусів J , бали за розрахунковий строк служби.

Інерційні сейсмічні навантаження у відповідності до [13] визначені лінійно-спектральним методом. Горизонтальне інерційне сейсмічне навантаження S у точці k греблі визначається за формулою:

$$S_k = k_f \cdot k_\psi \cdot m_k \cdot \ddot{U}_0 \cdot \beta_1 \cdot h_k, \quad (7)$$

де m_k – маса елемента споруди, віднесена до точки k ;

k_f – коефіцієнт, який відображує ступінь неприпустимості у споруді пошкоджень, значення якого для усіх гідротехнічних споруд $k_f = 0,45$;

k_ψ – коефіцієнт, який урахує демпфуючі властивості конструкції (для бетонних споруд $k_\psi = 0,9$);

β_1 – коефіцієнт динамічності, значення якого визначається за формулою

$$\beta_1 = 1/T_1, \quad (8)$$

(значення β_1 приймається не менш 0,8 і не більше 3);

T_1 – значення періоду першого тону власних коливань греблі, с.

Будується імовірнісна крива розподілу горизонтального інерційно-сейсмічного навантаження S , кН від розрахункової амплітуди прискорення основи α_0 , (у долях g) бетонної гравітаційної греблі Кременчуцького гідровузла.

Визначається сейсмічний гідродинамічний тиск води. Ордината епюри гідродинамічного тиску p_s , віднесеного до одиниці площі поверхні споруди, у точці, зануреній на глибину y , м під рівень верхнього б'єфу, знаходиться за формулою:

$$p_s = \rho_w \cdot k_f \cdot k_\psi \cdot \ddot{U}_0 \cdot H_1 \cdot R_s, \quad (9)$$

де H_1 – глибина води перед греблею;

R_s – безрозмірний коефіцієнт, який приймається за [13] у залежності від заглиблення точки спостереження під рівень верхнього б'єфу y , м.

Будується імовірнісна крива розподілу горизонтальної проекції сейсмічної гідродинамічної сили тиску води E_{psg} , кН від розрахункової амплітуди прискорення основи α_0 , (у долях g) бетонної гравітаційної греблі Кременчуцького гідровузла.

Сейсмічний тиск наносів p_{ns} визначається за формулою:

$$p_{ns} = \left[1 + \frac{\ddot{U}_0}{g} \cdot k_f \cdot k_\psi \cdot tg \cdot \left(45^\circ + \frac{\varphi_{no}}{2} \right) \right] \cdot p_n, \quad (10)$$

де p_n – статичний тиск наносів;

φ_{no} – умовне значення кута внутрішнього тертя наносів, яке визначається за формулою:

$$\varphi_{no} = \arcsin(1 - 2\nu_n), \quad (11)$$

де ν_n – коефіцієнт Пуассона ґрунту наносів.

Будується імовірнісна крива розподілу горизонтальної проекції сейсмічної сили тиску наносів E_{psn} , кН від розрахункової амплітуди прискорення основи α_0 , (у долях g) бетонної гравітаційної греблі.

У відповідності до норм проектування основ гідротехнічних споруд [14] коефіцієнт внутрішнього тертя $tg\varphi$ і питоме зчеплення c задані за нормальним законом, як випадкові корельовані величини. Такі корельовані величини підкоряються нормальному закону, який визначається п'ятьма параметрами, визначеними нижче: математичні очікування $m_{tg\varphi} = 0,7$, $m_c = 100$ кПа, середньоквадратичні відхилення $\sigma_{tg\varphi} = 0,0854$, $\sigma_c = 12,2$ кПа, коефіцієнт кореляції $r_{tg\varphi c} = 0,937$.

Також визначається кореляційний момент $K_{tg\varphi c} = 0,975$. Коефіцієнт варіації прийнято $C_v = 0,122$.

Задається випадкова імовірність величини кута внутрішнього тертя $ptg\varphi$, розподілена від 0 до 1. За нормальним законом розподілу із наведеними вище параметрами $m_{tg\varphi}$, $\sigma_{tg\varphi}$ визначається квантіль – значення кута внутрішнього тертя $tg\varphi$ за формулами:

$$m_{tg\varphi c} = m_c + r_{tg\varphi c} \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_{tg\varphi c}} \cdot (tg\varphi - m_{tg\varphi}); \quad (12)$$

$$\sigma_{tg\varphi c} = \sigma_c \cdot \sqrt{1 - r_{tg\varphi c}^2}; \quad (13)$$

Визначаються параметри умовного закону розподілу $m_{tg\varphi c}$, $\sigma_{tg\varphi c}$. За відомою імовірністю величини питомого зчеплення pc , із використанням умовного закону розподілу визначається квантіль – значення величини питомого зчеплення c , кПа.

Розглядається схема плоского поступового зсуву по нахиленій поверхні.

Отримані вище величини підставляються у рівняння зв'язку:

$$k = \frac{(V - W)tg\varphi + c \cdot A_n}{F}, \quad (14)$$

де k – коефіцієнт стійкості;

V – підсумок вертикальних сил, спрямованих униз;

W – підсумок вертикальних сил, спрямованих догори;

A_n – площа підшви споруди;

F – узагальнена сила зсуву.

Розрахунки виконуються методом статистичних випробувань. Підсумовується кількість випробувань, при яких $k < 1$. Зазначена кількість випробувань віднесена до загальної кількості випробувань і визначає величину ризику втрати стійкості бетонної гравітаційної греблі за весь строк служби.

За формулою

$$p = 1 - (1 - pr)^{\frac{1}{T}}, \quad (15)$$

де p – щорічна імовірність ризику втрати стійкості;

pr – імовірність ризику втрати стійкості за призначений строк служби;

T – призначений строк служби, роки;

обчислюється значення щорічної імовірності ризику втрати стійкості бетонної греблі і виконується порівняння із нормативною величиною. Результати наведені в таблиці.

Таблиця

Результати розрахунків ризику втрати стійкості бетонних гравітаційних гребель гідровузлів Дніпровського каскаду

Клас споруди	Кількість статистичних випробувань	Розрахункове значення ризику втрати стійкості, рік ⁻¹	Довірчий інтервал, рік ⁻¹	Допустиме значення ризику втрати стійкості, рік ⁻¹
Бетонна водозливна гребля Кременчукського гідровузла				
СС3	$1,7 \times 10^7$	$8,8 \times 10^{-7}$	$8,33 \times 10^{-7} - 9,20 \times 10^{-7}$	5×10^{-5}
Бетонна водозливна гребля Дніпродзержинського гідровузла				
СС2-1	4×10^7	$3,7 \times 10^{-7}$	$3,47 \times 10^{-7} - 3,83 \times 10^{-7}$	5×10^{-4}
Бетонна щитова стінка ГЕС-1 Дніпровського гідровузла				
СС3	$1,1 \times 10^7$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,37 \times 10^{-6} - 1,52 \times 10^{-6}$	5×10^{-5}
Бетонна водозливна гребля Каховського гідровузла				
СС3	$3,1 \times 10^6$	$4,58 \times 10^{-6}$	$4,35 \times 10^{-6} - 4,81 \times 10^{-6}$	5×10^{-5}

Межі довірчого інтервалу обчислені за формулами [15].

Висновки. Удосконалено методику оцінки надійності бетонних гравітаційних гребель за критерієм втрати стійкості греблі проти зсуву. Ураховано імовірнісний характер навантажень і впливів на греблю, імовірнісний характер механічних властивостей основи. Методика апробована на бетонних греблях гідровузлів Дніпровського каскаду. Результати можуть застосовуватись при імовірнісних розрахунках надійності гідротехнічних споруд і каскадів гідровузлів.

1. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 48 с. 2. СНиП 2.06.06-85. Плотины

бетонные и железобетонные. Госстрой СССР. – М. :ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 40 с. **3.** ДБН В.2.4–3:2010. Гідротехнічні споруди. Основні положення. Мінрегіонбуд України. – К., 2010. – 37 с. **4.** ДБН В.1.2–14–2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Мінрегіонбуд України. – К., 2009. – 37 с. **5.** Надежность и безопасность гидротехнических сооружений. Избранные проблемы / Александр Вайнберг. – Харьков : Изд-во «Тяжпромавтоматика», 2008. – 304 с. **6.** Мозговий А. О. Аналіз статистичних даних вітрових впливів по гідровузлах Дніпровського каскаду. Вибір параметрів функції розподілу вітрових впливів за статистичними даними // 36. наук. пр. Української державної академії залізничного транспорту, вип. 127, ч. 1. Харків: ХарДАЗТ, 2011. – С. 171 – 175. **7.** Мозговий А. О. Дослідження кореляційної залежності максимальних витрат р. Дніпро за статистичними даними спостережень у створах гідровузлів Дніпровського каскаду // Науковий вісник будівництва, вип. 65. Харків: ХДТУБА, 2011. – С. 364–370. **8.** Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду / А. В. Яцик, А. І. Томільцева, М. Г. Томільцев та ін. – К. : Генеза, 2003. – 176 с. **9.** СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). – М. : Госстрой СССР, 1989. – 71 с. **10.** Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения (волновых, ледовых и от судов) / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – Л. : Типография ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1977. – 316 с. **11.** ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины / Минстрой Украины. – К. : ГП “Укрархбудинформ”. 2006. – 82 с. **12.** Мозговий А. О. Аналіз статистичних даних сейсмічної активності на території України. Вибір параметрів функції розподілу інтенсивності землетрусів за статистичними даними // Науковий вісник будівництва, вип. 58. – Харків : ХДТУБА, 2010. – С. 264 – 270. **13.** Учет сейсмических воздействий при проектировании гидротехнических сооружений. Пособие к разд. 5: Гидротехнические сооружения СНиП II-7-81. П 17-85 / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, Институт строительной механики и сейсмостойкости им. К.С. Завриева. – Л. : Типография ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1986. – 310 с. **14.** Проектирование оснований гидротехнических сооружений. Пособие к СНиП II-16-76. П 13-83 / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – Л. : Типография ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1984. – 402 с. **15.** Вентцель Е. С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 5-е изд. стер. – М. : Высш. шк., 1998. – 576 с.

Рецензент: д.т.н., начальник відділу розрахункового обґрунтування споруд Вайнберг О. І. (ПАТ “Укргідропроект”, м. Харків)

Mozgovyi A. O., Candidate of Engineering, Associate Professor,
(Kharkiv National University of Construction and Architecture, Kharkiv)

PROBABILISTIC ASSESSMENT OF THE RISK OF LOSS

LANDSLIDE STABILITY OF CONCRETE DAMS DNEIPER CASCADE HYDROSYSTEM

The algorithm of estimation of reliability of concrete gravity weirs is improved and approved on the criterion of loss of stability against a change. The probabilistic estimation of risk of loss of stability is executed against the change of concrete weirs of the hydro-electric stations of the Dnepr cascade.

Key words: estimation of reliability, loss of stability, the Dnepr cascade.

Мозговой А. А., к.т.н., доцент (Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, г. Харьков)

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОТИВ СМЕЩЕНИЯ БЕТОННЫХ ПЛОТИН ГИДРОУЗЛА ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

Усовершенствован и апробирован алгоритм оценки надежности бетонных гравитационных плотин по критерию потери устойчивости против сдвига. Выполнена вероятностная оценка риска потери устойчивости против сдвига бетонных плотин гидроузлов Днепроовского каскада.

Ключевые слова: оценка надежности, потеря устойчивости, Днепроовский каскад.
