

УДК 69:627.52:502.11

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕКОСИСТЕМ У БІОСФЕРОСУМІСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

ЧЕРНИШЕВ Д. О., к. т. н., доц.

Кафедра водопостачання та водовідведення, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, Київ, 03037, Україна, тел. (044) 241-55-78, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

Анотація. Постановка проблеми. Стаття присвячена розв'язанню актуального науково-прикладного проблемного питання – пошуку організаційно-технологічних рішень біосферосумісного будівництва на прикладі інженерного захисту територій морського та річкового узбережжя в Україні.

Захист берегів від розмиву і пов'язаного з ним зсувного руйнування берегових територій – найгостріша соціально-економічна та екологічна проблема, що стримує освоєння рекреаційних та інших ресурсів прибережної смуги.

Основні причини недосконалості діяльності в галузі захисту прибережних територій такі: здійснення робіт щодо захисту морського та річкового узбережжя без достатнього наукового обґрунтування; недостатнє врахування закономірностей природних процесів у прибережній смузі моря, водосховищ та річок під час формування складу проектних рішень; некомплексність ведення робіт та незавершеність формування берегозахисних та берегорегулювальних споруд у локальні комплекси, що повністю охоплюють берегові природні системи, в яких існує високий рівень взаємозв'язків природних процесів, що не забезпечувало їх проектну ефективність.

Для розгляду геодинамічних процесів із мінливими в часі вірогідними змінами станів (для вирішення питання стабілізації ділянки зсувонебезпечної території зі складним рельєфом) використано програмні комплекси. В основу розрахунку цих програмних комплексів покладено метод скінченних елементів. Цей метод орієнтований на дослідження ортогональних функціональних базисів у просторах функцій з обмеженою енергією, що відповідає фізичності одержуваних результатів, з одного боку, і сприяє появі спеціального виразу, що описує геологічні явища на кінцевому проміжку часу, з іншого.

Ключові слова: технологічні процеси; біосферосумісність; організаційно-технологічні рішення; будівельне виробництво

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕКОСИСТЕМ В БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЧЕРНЫШЕВ Д. А., к. т. н., доц.

Кафедра водоснабжения и водоотведения, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, Киев, 03037, Украина, тел. (044) 241-55-78, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

Аннотация. Постановка проблем. Статья посвящена решению актуальной научно-прикладной проблемы – поиску организационно-технологических решений биосферосовместимого строительства на примере инженерной защиты территорий морского и речного побережья Украины.

Защита берегов от размыва и связанного с ним оползневого разрушения береговых территорий – острая социально-экономическая и экологическая проблема, сдерживающая освоение рекреационных и прочих ресурсов прибрежной полосы.

Основными причинами несовершенства деятельности в области защиты прибрежных территорий являются: осуществление работ по защите морского и речного побережья без достаточного научного обоснования; недостаточный учет закономерностей природных процессов в прибрежной полосе моря, водохранилищ и рек при формировании состава проектных решений; некомплектность ведения работ и незавершенность формирования берегозащитных и берегорегулирующих сооружений в локальные комплексы, полностью охватывающие береговые природные системы, в которых существует высокий уровень взаимосвязей природных процессов, что не обеспечивает их проектную эффективность.

При рассмотрении геодинамических процессов с изменяющимися во времени вероятными параметрами состояний (для решения задачи по стабилизации участка оползнеопасной территории со сложным рельефом) использованы программные комплексы. В основу расчетов этих программных комплексов положен метод конечных элементов. Этот метод ориентирован на исследование ортогональных функциональных базисов в пространствах функций с ограниченной энергией, соответствующей физическому состоянию получаемых результатов, с одной стороны, и способствует появлению специального выражения, которое описывает геологические явления на заданном промежутке времени, с другой.

Ключевые слова: технологические процессы; биосферосовместимость; организационно-технологические решения; строительное производство

RATIONALE FOR TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF ECO-SYSTEMS IN BIOSPHERE COMPATIBILITY CONSTRUCTION

CHERNYSHEV D. O., *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

Department of Water Supply and Drainage, SHHE «Kyiv National University of Construction and Architecture», Povitroflottskui ave., 31, Kyiv, 03037, Ukraine, tel. (044) 241-55-78, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

Summary. Purpose. The article is devoted to the solution of the actual scientific and applied problem issue – the search for organizational and technological solutions for biosferous construction on the example of engineering protection of marine and river coastal areas in Ukraine.

Protecting banks from erosion and associated with landslide destruction of coastal areas is the most acute socio-economic and environmental problem that constrains the development of recreational and other resources of the coastal zone.

The main causes of imperfect activities in the field of coastal areas protection are: the implementation of works on the protection of marine and river coast without sufficient scientific justification; Insufficient account of the laws of natural processes in the coastal zone of the sea, reservoirs and rivers during the formation of the design decisions; Incompleteness of work and incompleteness of the formation of coastal protection and coastal regulating structures in local complexes that fully cover coastal natural systems, in which there is a high level of interconnections of natural processes that did not ensure their project effectiveness.

When considering the geodynamic processes with time-varying probable changes of states (to solve the problem of stabilization of the site of a landslide area with complex relief), software complexes were used. The basis of the calculation of these software systems is a finite element method. This method is oriented to the study of orthogonal functional bases in the space of functions with limited energy, which corresponds to the physics of the results obtained on the one hand and contributes to the emergence of a special expression that describes the geological phenomena in the finite period of time.

Keywords: *technological processes; biosphere compatibility; organizational and technological solutions; construction production*

Вступ. Морське узбережжя Чорного і Азовського морів займає значну частину південного кордону України. Воно охоплює п'ять адміністративних одиниць - Донецьку, Запорізьку, Херсонську, Миколаївську та Одеську області, а також Автономну Республіку Крим. Загальна довжина берегової лінії перевищує 3 000 км. Окрім цього значну частину території займають береги штучних морів - Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського, Каховського водосховищ.

Один з основних природних факторів, що формують берегову зону, - це дія хвиль. Результатом такого впливу є абразія берегів (механічне руйнування берегів у результаті дії хвиль і прибою), що спричинює поширення небезпечних геологічних процесів уздовж усього узбережжя. Слід додати значний вплив наносів і виносів сезонними течіями, що викликає тотальне зменшення пляжів і, таким чином, підсилює дію хвиль на стабільність прибережних територій. Таким чином, понад 100 га землі втрачається для різного використання щороку. Це зумовлює зменшення територій для містобудування і

розвитку туризму, має згубний вплив на берегову екосистему.

Аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел показує, що на сучасному етапі розвитку науки і техніки недостатньо мати лише кількісну оцінку процесу деформування (напружено-деформованого стану) ґрунтового масиву, а треба ще мати якісний прогноз розвитку небезпечних геодинамічних процесів. Крім цього, особливу увагу слід приділяти застосуванню екологічних систем інженерного захисту прибережних територій шляхом використання конструкцій та превентивних заходів із забезпечення стабільності узбережжя.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Останнім часом з'явилися спроби, в яких фігурує нове поняття – «біосферосумісність будівництва». Автори науково-технічних розробок і реальних проектів, а саме О. А. Тугай [1], Д. А. Крамер [2], Д. Б. Одлис [3], Т. Ю. Бистрова [4], О. В. Демідова [5], В. В. Савйовський [6], І. П. Бойко [7] та інші під біосферосумісністю розуміють локальне ліквідування наслідків попередніх забруднень з одночасною зміною

призначення об'єктів – реконструкцію або глибоку модернізацію наявних об'єктів промислового та цивільного призначення, міської забудови.

На відміну від підходу до ліквідування наслідків попередніх забруднень з одночасною зміною призначення об'єктів, у даному дослідженні під застосуванням принципів біосферосумісного будівництва розуміється цілеспрямоване оздоровлення будівельного виробництва, що виключає причини його негативного впливу на навколишнє середовище в проектах інженерного захисту прибережних територій та ґрунтується на використанні екологічних систем інженерного захисту із застосуванням природних матеріалів та врахуванні закономірностей природних процесів у прибережній смузі для формування складу проектних рішень.

У таких умовах особливої актуальності набувають інноваційні механізми управління будівельними проектами та програмами, які базуються на модернізації інвестиційно-будівельного циклу та системи організації будівництва на принципах біосферної сумісності.

Мета статті - розроблення інноваційної платформи застосування екосистем інженерного захисту територій морського та річкового узбережжя (як взаємодії конструкцій захисту від дії геодинамічних процесів із ґрунтовим масивом) на принципах біосферосумісності.

Досягнення цієї мети потребує пошуку організаційно-технологічного рішення, що ґрунтується на використанні екологічних систем інженерного захисту з застосуванням природних матеріалів, заглиблених підводних споруд, які гасять енергію хвиль, захищають прибережну смугу та довкілля.

Виклад основного матеріалу. Берегозахисні споруди включаються до комплексу заходів щодо раціонального використання та охорони берегів, які об'єднуються терміном «заходи щодо інженерного захисту берегів і прибережних територій від шкідливої дії вод водосховищ». Реалізація цього комплексу заходів на територіях населених пунктів і

господарських об'єктів належит до «інженерної підготовки території». Вона мінімізує прояви берегового процесу (транзитні течії води і потоки наносів, стоячі хвилі, розмив дна на відмілинах і акумуляцію наносів), або сприяє перетворенню абразійного чи ерозійного берега на аналог денудаційного берега в скельних породах.

Поза межами населених пунктів і господарських об'єктів берегозахисні заходи на водосховищах обмежуються, як правило, адміністративно-організаційними (регулювання режиму використання прибережних територій) і агролісотехнічними (залуження і заліснення прибережних територій, біологічне кріплення схилів і відмілин). Інженерний захист берегів і прибережних територій при цьому виконується лише в особливих випадках (захист цінних лісових і земельних угідь, пам'яток природи, рекреаційних об'єктів тощо).

Зсувні процеси можливо прогнозувати. Для цього необхідні ретельні інженерні, геологічні й гідрологічні дослідження. Для прогнозу виникнення зсувів необхідно враховувати: наявність схилу та достатньої маси порід, яка має тангенціальний напрямок до поверхні.

На сьогодні існує декілька методів прогнозу зсувів:

- довгостроковий (на роки);
- короткостроковий (на місяці, тижні);
- терміновий (на години).

Для здійснення довгострокового прогнозу застосовується метод ритмічності, який базується на врахуванні випадання опадів та інших метеорологічних елементів.

Короткостроковий і терміновий прогнози базуються на використанні геодинамічних вимірів і побудови на їх основі прогнозної моделі зсувного процесу методом регресивного аналізу, при цьому враховується стійкість схилу, яка визначається відношенням сил утримання і сил зсуву.

Більшості потенційних зсувів можна запобігти, якщо своєчасно вжити заходів у початковій стадії їх розвитку.

Так, підвищення урізу води в р. Дніпро у верхніх б'єсах кожного з водосховищ спричинило різке і значне підняття відповідних місцевих базисів ерозії. Утворилась нова берегова лінія загальною протяжністю близько 3,5 тис. км. Третина периметра нового урізу води у водосховищах зазнає активного руйнування денудаційними, особливо абразійними і ерозійними процесами, і потребує захисту [8, с. 203].

Населені пункти і господарські об'єкти, розташовані вздовж берегової лінії водосховищ, після наповнення кожного з них потрапляють у зони активізації негативних процесів і явищ. Ці зони належать до територій з особливим режимом користування. В юридичній і технічній літературі вони отримали назву «зон заборони чи обмеження нового капітального будівництва», «зон виносу будівель і обов'язкового переселення населення». Користування такими територіями можливе лише за умови усунення або обмеження несприятливих процесів у береговій зоні водосховищ чи планового управління ними. Особливо актуальні ці питання в межах населених пунктів [9, с. 26].

Берегові зони водосховищ у межах міст захищають від шкідливої дії вод (затоплення, підтоплення, руйнування прибережних земель). Найбільш капітальні (а, отже, і найдорожчі) берегозахисні споруди – укріплення типу вертикальних укісних і ступінчастих набережних, причальних і підпірних стінок, дамб обвалування з дренажами тощо.

Сучасний рівень розгляду таких проблем передбачає комп'ютерне моделювання процесів взаємодії у системі «основа – конструкції інженерного захисту» узбережжя морів та берегів річок. Значні успіхи, досягнуті останнім часом в гідродинаміці, пов'язані в першу чергу у розвитку методів математичного моделювання. Сучасне математичне моделювання кожного фізичного процесу передбачає виконання кількох завдань:

1) формулювання математичної моделі конкретного фізичного процесу (або групи процесів);

2) формулювання алгоритму виконання цього завдання;

3) відображення числового алгоритму на архітектуру обчислювальної системи, що використовується для розрахунків.

Усі зазначені завдання тісно пов'язані між собою. Перш ніж досліджувати математичними методами будь-які природні процеси, необхідно виділити основні принципи і визначальні моменти, які дозволяють досить задовільно і просто описати в кількісному і якісному відношеннях їх перебіг, тобто створити модель. Дійсна будова ґрунтової основи набагато складніша, ніж прості об'єкти, доступні для дослідження методами сучасної теорії. Гідродинамічні явища описуються рівняннями, заснованими на законах збереження маси і кількості руху, рівняннями стану та законами термодинаміки. Всі ці рівняння є наближеними.

Розв'язання низки задач для випадкових процесів будь-якого виду надто складне. Розглядаючи геодинамічні процеси з мінливими в часі вірогідними змінами станів, можна вказати конкретний метод дослідження – прямий динамічний метод. Він орієнтований на дослідження ортогональних функціональних базисів у просторах функцій з обмеженою енергією, що відповідає фізичності одержуваних результатів, з одного боку, і сприяє появі спеціального виразу, що описує геологічні явища на кінцевому проміжку часу.

Природа одержуваних співвідношень така, що як носії інформації про процеси використовуються матричні зображення лінійних операторів. У цих випадках стає можливим залучення процедур числового моделювання, що допускають реалізацію на рівні сучасних комп'ютерних програм. Особливий інтерес викликає ряд обставин, пов'язаний з ослабленням часових залежностей моделей, які в області операторних зображень зводяться до параметричних зв'язків. Таким чином

досягається не тільки можливість розв'язання задач з більш великого класу, а й можливість накопичення інформації, що особливо важливо для геологічних додатків.

Для розв'язання задачі зі стабілізації ділянки зсувонебезпечної території зі складним рельєфом використано програмні комплекси. В основу розрахунку цих програмних комплексів покладено метод скінченних елементів. Усі розрахунки виконано в плоскій постановці.

Для виконання числового моделювання в плоскій постановці дуже важливе коректне введення жорсткості ряду паль підпірної стіни, оскільки програма не враховує наявність паль та проміжки між ними, а сприймає конструкцію підпірної стіни як суцільну.

Жорсткість кожного ряду паль зведена до жорсткості суцільної залізобетонної конструкції прямокутного перерізу з постійною зведеною шириною b^* . Зведена на 1 п. м. підпірної стінки площа паль складає:

$$A^* = A / k ,$$

де: A – площа однієї палі, k – крок паль у ряду.

Зведений модуль деформації ґрунто-бетонного масиву:

$$E^* = \frac{E \cdot \pi \cdot d}{\sqrt{12} \cdot k} . \quad (1)$$

Тут: E – модуль деформації бетону, d – діаметр палі.

Вираз для визначення зведеного модуля ґрунто-бетонного масиву визначено за умови, що модуль деформації ґрунту, в якому розташовані палі, дорівнює 0. Тобто у зв'язку з відносно незначним значенням модуля деформації ґрунту, порівняно з модулем бетону, його значення нехтується в запас міцності. З урахуванням значення зведеного модуля деформації та зведеної площі, після всіх математичних перетворень зведена ширина перерізу $b^* = \sqrt[3]{3/4 \cdot d}$.

Звідси зведена жорсткість на згин, що вводиться у програмний комплекс, складає:

$$EI = \frac{E^* \cdot b^{*3}}{12} , \quad (2)$$

та зведена жорсткість на осьовий стиск:

$$EA = E^* \cdot b^* \cdot l . \quad (3)$$

Для отримання коректних результатів розрахунку підпірних стін обов'язково враховувати поетапність зведення споруди.

Система передбачає можливість виокремлення окремих інженерно-геологічних елементів (ІГЕ) за даними інженерно-геологічних вишукувань майданчика. Ця система орієнтована на автоматичне визначення змінного модуля пружності на кожній стадії зведення. У відповідності з цією моделлю по всьому масиву обчислюються значення нормальних та дотичних напружень.

За допомогою цього розрахункового комплексу реалізовано розрахунок стійкості схилу при зміні характеристик окремих шарів ґрунту, у зв'язку з накопиченням вологи, що викликає зміни міцнісних та деформативних характеристик ґрунту. Нижче наведено скінченноелементну модель (СЕМ) схилу (рис.1).

Розрахунки стійкості схилу проводились у сім етапів. Подібний розрахунок можливий завдяки реалізованому поетапному навантаженню чи розвантаженню, монтажу та демонтажу елементів схеми. Тобто реалізовано моделювання нелінійних навантажень.

У постановці були змодельовані етапи. Перший етап – моделювання СЕМ схилу та визначення напружено-деформованого стану ґрунтового масиву.

На другому та третьому етапах змодельоване поступове погіршення фізико-механічних характеристик унаслідок підвищення рівня ґрунтових вод. Перед початком цього етапу необхідно обнулити переміщення, визначені на попередньому етапі.

Потім протягом четвертого – шостого етапів відбувається встановлення габіонних матраців.

На сьомому етапі встановлюються габіони на рівні ІГЕ-3 з метою припинення подальшого руйнування вапняку.

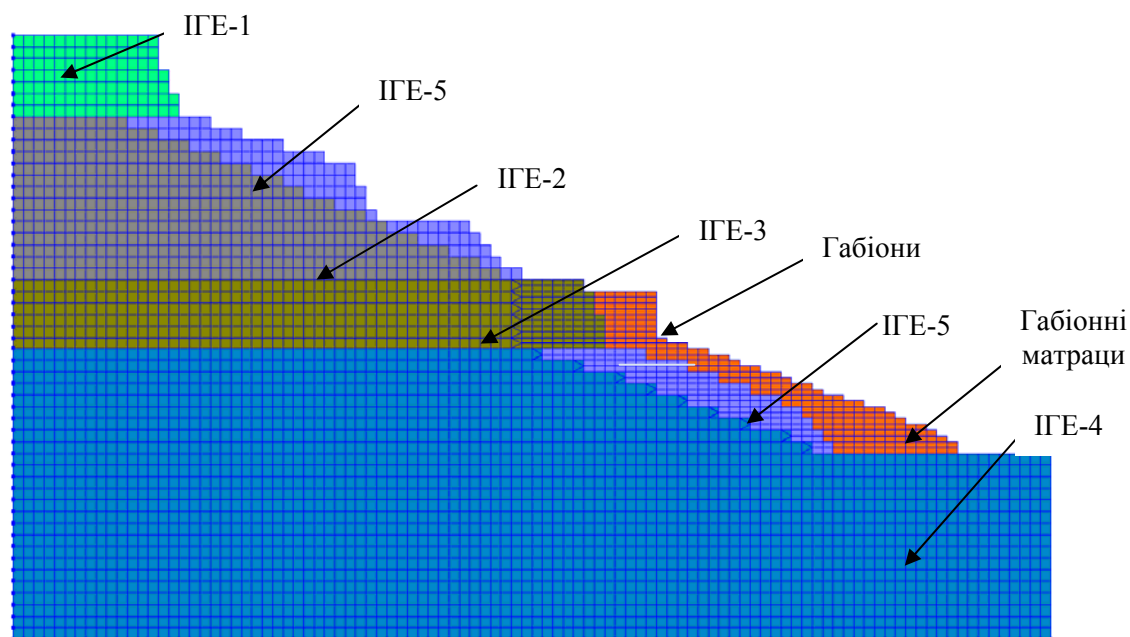


Рис. 1. Скінченноелементна модель (СЕМ) схилу

Укріплення берегової зони розроблене з урахуванням властивостей такого типу відкосів, а саме – берегові відкоси можна умовно поділити на три частини – підводна зона, зона змінного режиму та незатоплювана зона. Наявність

цих зон зумовлює використання різних матеріалів та методів укріплення узбережжя. Нижче наведено схеми, де видно поступове укріплення схилу за допомогою габіонних матраців та подальше укріплення схилу вже безпосередньо габіонами (див. рис. 2).

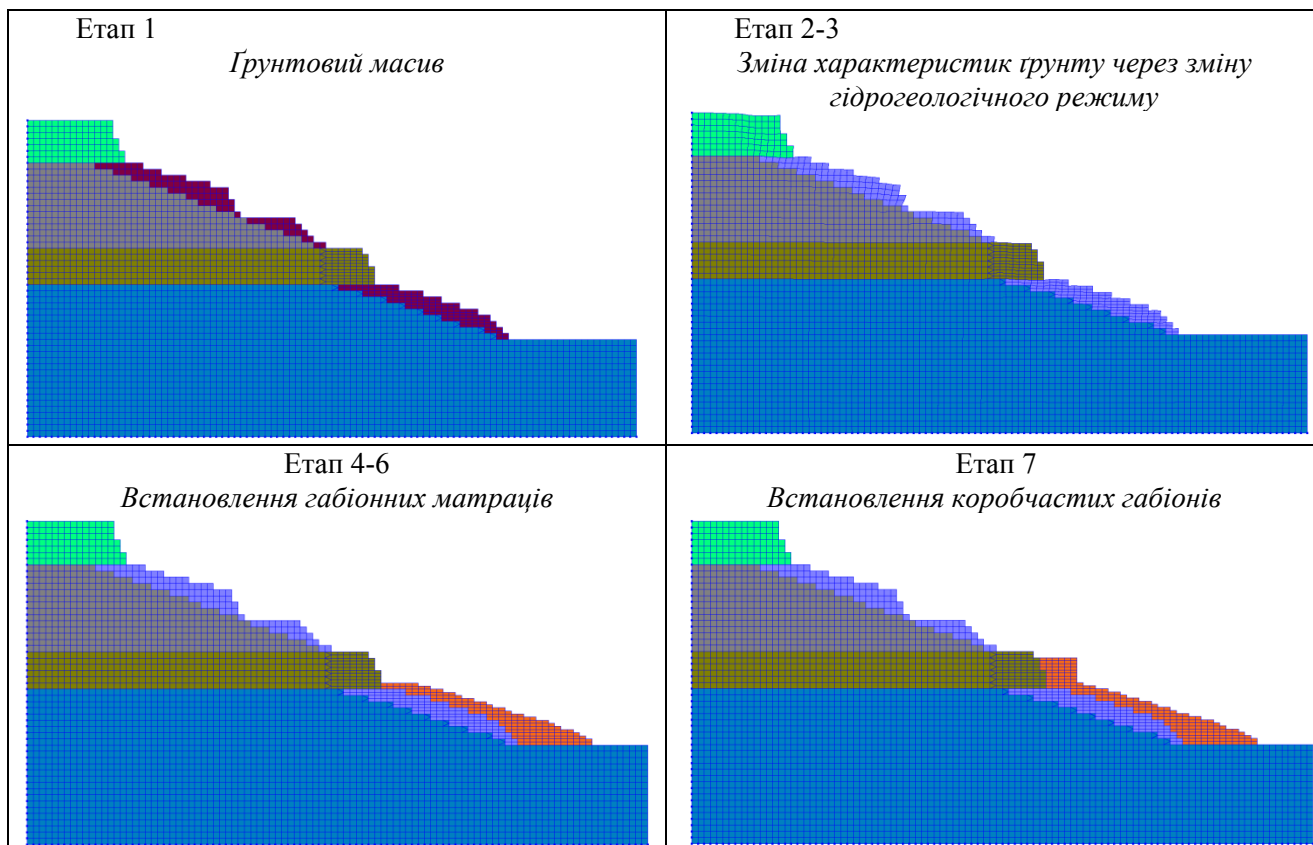


Рис. 2. Етапи розрахунку стійкості схилу

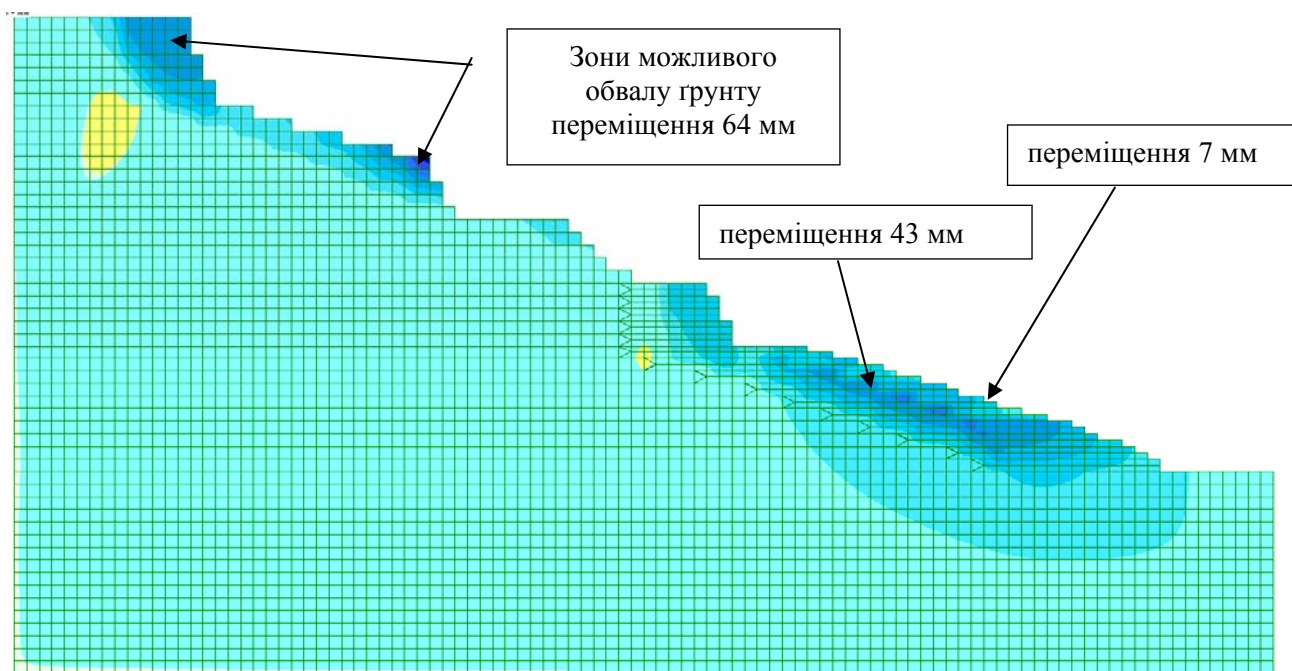


Рис. 3. Вертикальні переміщення схилу на етапі влаштування габіонних матраців

Для укріплення підводної та зони змінного режиму використано габіонні матраци, так звані матраци «Рено» з ПВХ покриттям – полівінілхлорид захищає від корозії та наділений стійкими характеристиками щодо агресивного середовища. Форма та конструкція цих матраців дозволяють покривати великі похилі поверхні, повторюючи рельєф. На незатоплюваній зоні, згідно з розрахунками та даними геологічних вишукувань, відбуваються процеси руйнування та обвалу ґрунту (див. рис. 3), тому необхідно закріпити верхню частину схилу.

Схил вище рівня води згідно з проектом закріплено габіонами коробчастої форми. Закріплення виконано в зоні обвалу вапняку (див. рис. 1). Вище по схилу закріплення не передбачені, тому що враховано те, що закріплення нижньої частини схилу дасть змогу зупинити руйнування берегової лінії та подальший обвал верхніх шарів ґрунту.

Габіони являють собою конструкцію з металеві сітки подвійного кручення, яку заповнюють будь-яким кам'яним матеріалом, за умови, що його вага та характеристики відповідають статичним і функціональним вимогам споруди. Звичайно як заповнювач використовують

крупний щебінь, гальку або кар'єрний камінь. За розміром заповнювач повинен бути більше чарунки сітки, щоб він не випадав з габіона. При цьому великі камені розміщують по краях, а середину заповнюють більш дрібними. Простір між каменями засипають ґрунтом, що виконує функцію сполучного матеріалу.

Підпірні стіни з габіонів можуть бути масивного обрису (гравітаційні стіни) і тонкого обрису (напівгравітаційні стіни). Вони можуть бути низькі: $<1,5$, високі: $>1,5$, де H - видима висота стіни, м; b - ефективна ширина. Лицьова грань таких стін може влаштовуватися: східчастою (вертикальною або розташованою під кутом до вертикалі) або гладкою (вертикальною або похилою).

Габіони в основному застосовуються для зведення підпірних стінок, зміцнення насипів автомобільних і залізних доріг, річкового і морського берегоукріплення, ландшафтних робіт, стабілізації ґрунтової ерозії та консервації ґрунту. Завдяки дуже хорошим гідравлічним характеристикам вони застосовуються для берегоукріплення річок, в конструкції водозливних дамб і гребель. Габіони з покриттям із ПВХ використовуються для захисту морських берегів.

Із часом габійні споруди зливаються з навколишнім середовищем і стають частиною природного ландшафту. Вони набувають максимальної міцності і стійкості за рахунок природних процесів, оскільки із часом відбувається акумуляція частинок ґрунту між каменями, що сприяє утворенню рослинності на поверхні габійнів. Найбільш швидким зростання рослин стає за наявності горизонтальних терас між кожним ярусом габійнів. Завдяки пористій структурі габійнів досягається висока проникність габійних споруд для води і повітря.

Застосування для захисту берегів габійнів у комбінації з біологічним закріпленням (утворення рослинності на поверхні габійнів) найбільш повно відповідає вимогам відтворення і збереження екосистем природних берегів і не порушує естетичної цінності берегових ландшафтів. За таких умов інженерні системи берегозахисту, створені на принципах біосферосумісного будівництва, виступають не лише як абіотичні фактори водних і прилеглих до них берегових екосистем, вони самі теж формуються у вигляді біотичного фактора – берегового біоценозу.

Висновки. Для збереження берегової лінії необхідно розробити програму екологічних систем інженерного захисту узбережжя природних і штучних морів, водосховищ та річок. До раціональних утримувальних конструкцій схилів (берегової лінії) слід відносити габійони.

З метою підвищення надійності роботи екосистем захисту берегів і річок подальші дослідження слід орієнтувати на отримання інформації про напружено-деформований стан ґрунтового масиву за дії геодинамічних процесів та технологічних впливів, яке може здійснюватися шляхом числового моделювання таких систем із використанням сучасних розрахунково-програмних комплексів.

Це, у свою чергу, забезпечить упровадження міжнародного стандарту версії ISO 14001:2015 на основі структурованих і саморегульованих процесів системи екологічного менеджменту та сприятиме забезпеченню попередження негативних наслідків техногенного впливу на навколишнє середовище.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Тугай О. А. Передумови вдосконалення організаційно-технологічних рішень ревіталізації технологічних процесів будівельного виробництва / О. А. Тугай, А. О. Осипова // Управління розвитком складних систем / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2017. – Вип. 30. – С. 200–204.
2. Крамер Д. А. Европейский опыт ревитализации малых рек / Д. А. Крамер, М. Неруда, И. О. Тихонова // Научный диалог. – 2012. – № 2. – С. 112–128.
3. Быстрова Т. Ю. Парк Эмшер: принципы и приемы реабилитации промышленных территорий / Т. Ю. Быстрова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – № 2. – С. 9–14.
4. Быстрова Т. Ю. Реабилитация промышленных территорий городов: теоретические предпосылки, проектные направления (Часть 1) / Т. Ю. Быстрова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 3. – С. 21–24.
5. Демидова Е. В. Реабилитация промышленных территорий как части городского пространства / Е. В. Демидова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 1. – С. 8–13.
6. Савйовський В. В. Ревіталізація – екологічна реконструкція міської забудови / В. В. Савйовський, А. П. Броневицький, О. Г. Каржинерова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2014. – № 8. – С. 47–52. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vrabria_2014_8_10.
7. Бойко І. П. Аналіз причин зсувних процесів та розробка інженерних захисних заходів з їх стабілізації / Бойко І. П., Арешкович О. О. // Будівельні конструкції : міжвідом. наук.-техн. зб. / Держ. н.-д. ін-т буд. конструкцій. – Київ, 2004. – Вип. 61, т. 2 : Механіка ґрунтів, геотехніка, фундаментобудування. – С. 279–282.
8. Дубняк С. С. Динаміка вод як абіотичний фактор функціонування прибережних зон дніпровських водоймищ та засіб управління їх станом / Дубняк С. С., Коробка А. А. // Другий з'їзд Гідроекологічного товариства України, Київ, 27-31 жовтня 1997 р. : тези доп. – Київ, 1997. – Т. 2. – С. 202–203.
9. Дубняк С. С. Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ /

Дубняк С. С. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : період. наук. зб. / Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Укр. геогр. т-во. – Київ, 2006. – Т. 10. – С. 20–35.

10. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.І.І-3-97 / Держбуд України. – Вид. офіц. – Київ, 1998. – 40 с.

REFERENCES

1. Tuhai O.A. and Osipova A.O. *Peredumovy vdoskonalennia orhanizatsiino-tehnologichnykh rishen revitalizatsii tekhnologichnykh protsesiv budivelnogo vyrobnytstva* [Preconditions of organizational and technological solutions improvement for the technological processes revitalization of building production]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development]. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2017, iss. 30, pp. 200–204. (in Ukrainian).
2. Kramer D.A., Neruda M. and Tixonova I.O. *Evropejskij opyt revitalizatsii malyx rek* [European experience of small rivers revitalization]. *Nauchnyj dialog* [Scientific conversation]. 2012, no. 2, pp. 112–128. (in Russian).
3. Bystrova T.Yu. *Park Emsher: principy i priemy rehabilitatsii promyshlennykh territorij* [Park Emscher: principles and methods of rehabilitation of industrial territories]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin of Ural Research and Design Institute of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2014, no. 2, pp. 9–14. (in Russian).
4. Bystrova T.Yu. *Rehabilitatsiya promyshlennykh territorij gorodov: teoreticheskie predposylki, proektnye napravleniya (Chast' 1)* [Rehabilitation of industrial areas of cities: theoretical background, design directions (Chapter 1)]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin of Ural Research and Design Institute of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2013, no. 3, pp. 21–24. (in Russian).
5. Demidova E.V. *Rehabilitatsiya promyshlennykh territorij kak chasti gorodskogo prostranstva* [Rehabilitation of industrial territories as part of urban space]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin of Ural Research and Design Institute of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2013, no. 1, pp. 8–13. (in Russian).
6. Saviovskiy V.V. Bronevitskiy A.P. and Karzhinerova O.H. *Revitalizatsiia – ekolohichna rekonstruktsiia miskoi zabudovy* [Revitalization - ecological reconstruction of urban development]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2014, no. 8, pp. 47–52. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2014_8_10. (in Ukrainian).
7. Boiko I.P. and Areshkovich O.O. *Analiz prychnyn zsvnykh protsesiv ta rozrobka inzhenernykh zakhysnykh zakhodiv z ikh stabilizatsii* [Analysis of the causes of landslide processes and the development of engineering protective measures for their stabilization]. *Budivelni konstruktzii* [Building structures]. Derzh. n.-d. in-t bud. konstruktzii [State Scientific-Research Institute of Building Structures]. Kyiv, 2004, iss. 61, vol. 2, pp. 279–282. (in Ukrainian).
8. Dubniak S.S. and Korobka A.A. *Dynamika vod yak abiotychnyi faktor funktsionuvannia pryberezhnykh zon dniprovskykh vodoimyshech ta zasib upravlinnia ikh stanom* [Water dynamics as an abiotic factor for the functioning of the coastal zones of the Dnieper reservoirs and a means of controlling their condition]. *Druhyyi zizd Hidroekologichnoho tovarystva Ukrainy* [The Second Congress of the Hydroecological Society of Ukraine]. Kyiv, vol. 2, pp. 202–203. (in Ukrainian).
9. Dubniak S.S. *Metodologiya doslidzhennia struktarno-funktionalnykh osoblyvostei rivnynykh vodokhovyshch* [Methodology of structural-functional features research of plain water basins]. *Hidrologiya, hidrokimiia i hidroekolohiia* [Hydrology, hydrochemistry and hydroecology]. Kyiv. nats. un-t im. T. Shevchenka, Ukr. heohr. t-vo [Kyiv National University n. a. T. Shevchenko, Ukrainian Geography Society]. Kyiv, 2006, vol. 10, pp. 20–35. (in Ukrainian).
10. *Zakhyst vid nebezpechnykh heologichnykh protsesiv. Inzhenerniu zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennia: DBN V.I.I-3-97* [Protection from dangerous geological processes. Engineering protection of lands, buildings and structures from landslides and avalanches. Main provisions: the State Building Codes V.I.I-3-97]. Derzhbud Ukrainy [State Construction of Ukraine]. Kyiv, 1998, 40 p. (in Ukrainian).

Рецензент: Кравчуновська Т. С. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 12.06.2017 р. Прийнята до друку: 17.06.2017 р.