

Іван Менеїлюк, Віктор Руссий

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ ВИБОРУ РІШЕННЯ УКРІПЛЕННЯ СХИЛУ

Актуальність теми дослідження. Нині одним із найрозвинутіших узбереж Одеси є курортно-рекреаційна зона уздовж Великого Фонтану, яка характеризується як зсувонебезпечна. Будівництво протизсувних споруд потребує залучення значних фінансових та трудових ресурсів. У нормативних документах відсутні вказівки щодо вибору оптимальних за критеріями вартості та трудомісткості рішень для подібних об'єктів. Тому вибір найбільш раціональних конструктивно-технологічних рішень є актуальним.

Постановка проблеми. У процесі вибору конструктивно-технологічних рішень для укріплення схилу стає питання щодо їх відповідності конкретним умовам будівельного майданчика. Це відповідність технологій влаштування підпірних стін ґрунтовим умовам та обґрунтованість за вартісними та технологічними критеріями. Існує велика кількість різних протизсувних конструктивно-технологічних рішень. Унаслідок цього в процесі вибору остаточного рішення для укріплення схилу виникає необхідність використання багатокритеріального аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Були розглянуті останні публікації у відкритому доступі, включаючи відомі методи зміцнення схилів та методика вибору оптимальних рішень за допомогою багатокритеріального аналізу.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Попри велику кількість публікацій, що містять опис конструктивно-технологічних рішень зміцнення схилу, існує недостатньо праць, що проводять порівняння та вибір найбільш раціонального варіанту для конкретних ґрунтових умов.

Постановка завдання. Вибір найменш трудомісткого та витратного рішення зміцнення верхньої частини схилу від обвалу масивів ґрунту на 13-ст Великого Фонтану в м. Одеса.

Виклад основного матеріалу. Вибір оптимальних конструктивно-технологічних рішень виконувалася згідно з методикою багатокритеріального аналізу. У процесі відбору рішення для зміцнення схилу застосовувалися кількісні та якісні критерії: вартість, трудомісткість, обмеження по ґрунтах в заданих умовах. Дослідження виконувалося за допомогою функцій «зведена таблиця» та «зведена діаграма» в програмному комплексі Microsoft Excel, що дозволило виконати підбір необхідного рішення зміцнення схилу.

Висновки відповідно до статті. Запропоноване конструктивно-технологічне рішення по зміцненню схилу від обвалів масивів ґрунту є найбільш раціональним із шести досліджуваних.

Ключові слова: багатокритеріальний аналіз; підпірні стіни; зсувонебезпечні райони; протизсувні споруди; підпірні стіни; шпунт Ларсена; палі.

Рис.: 3. Табл.: 2. Бібл.: 22.

Актуальність теми дослідження. Нині у зв'язку з тимчасовою окупацією Криму відбувається переправлення туристичних потоків. Унаслідок цього туристичний потенціал м. Одеса постійно зростає. Йде активне будівництво нових об'єктів курортно-рекреаційної інфраструктури.

Найчастіше будівництво подібних об'єктів відбувається в прибережній смузі. Як правило, ці будівельні майданчики розташовуються на зсувонебезпечних ділянках схилів. Вони потребують зміцнення від обвалів та випора ґрунтових масивів. Подібні заходи істотно підвищують вартість та тривалість будівництва.

У зв'язку з тим, що для кожного з таких об'єктів існують певні обмеження (географічне та адміністративне розташування об'єкта, природні й техногенні фактори, специфіка робіт) у нормативних документах відсутні вказівки з вибору оптимальних за критеріями вартості та трудомісткості конструктивно-технологічних рішень для зміцнення схилів.

Вибір найбільш раціональних рішень дозволяє максимально скоротити тривалість проведення робіт, знизити трудомісткість та витрати на матеріально-технічні ресурси.

Тому вибір оптимальних конструктивно-технологічних рішень для зміцнення схилу є актуальним і потребує рішення шляхом наукових досліджень і аналізу їх результатів.

Постановка проблеми. Будівлі та споруди на зсувонебезпечних ділянках потребують захисту від обвалів ґрунту та випора глибинних ґрунтових масивів. Однак на кожній конкретній ділянці існують різні ґрунтові умови (високі бокові навантаження, напірні ґрунтові води та ін.). Тому вибір оптимальних рішень є дискусійною проблемою для кожної ділянки схилу.

Підбір методів укріплення схилів залежить і від багатьох інших факторів: можливостей матеріально-технічного забезпечення регіону, певних обмежень за тривалістю та вартістю будівництва, містобудівних умов, естетичних та інших вимог.

У зв'язку з цим вибір найбільш раціональних конструктивно-технологічних рішень зміцнення схилів повинен враховувати всі обмеження та вимоги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередній аналіз відкритих джерел дозволив виявити понад 35 конструктивно-технологічних рішень [1-20], які можливо використовувати для зміцнення схилів.

Надалі виконаний аналіз можливості використання кожної з технологій в умовах даної зсувної ділянки за адресою: м. Одеса, 13-ст Великого Фонтану.

З розглянутих варіантів зміцнення схилу на даному об'єкті для зміцнення нижньої частини схилу від випора ґрунту підходить лише один варіант: влаштування буронабивних паль великого діаметра з обсадною трубою, згаданий у працях О. І. Менеїлюка, О. Б. Пономарева, О. Г. Полевіченко, Я. В. Єреміна, Л. К. Гінзбурга, К. Ш. Шадунца та ін. [4-6; 7; 10-13].

Для зміцнення верхньої частини схилу можливе застосування 6 конструктивно-технологічних рішень:

- тонкоелементні залізобетонні підпірні стіни [1-3];
- ґрунтозаповнені підпірні стіни (габіони) та матраци Рено [1; 19];
- контрфорсні підпірні стіни з гнучкими мембранами [1];
- підпірні стіни на пальовому фундаменті [1-3; 7];
- шпунт Ларсена [2; 7];
- підпірні стіни з армованого ґрунту [1; 3-6; 8].

Наступні конструктивно-технологічні рішення з подальшого розгляду відкинуті: масивні підпірні стіни [1-3], напівмасивні підпірні стіни [1], контрфорсні залізобетонні підпірні стіни [1, 4-6], «мобільні» підпірні стіни [1], влаштування за технологією soilmix [9], пальово-анкерні споруди [1], цементация ґрунтів [4-6, 12-16], влаштування за технологією «ін'єкт» [14], ґрунтоцементні палі [4-6, 14-17], влаштування технологією «Jet grouting» [3-6; 14; 18], терасування схилів, пристрій контрбанкетів [3-6], використання геотекстилю, геоматів, геосіток, георешіток, біоматів, біорешіток, біополотен [3-6; 19], готові залізобетонні палі (забиванням, вібруванням та вдавненням), [1-2; 7], колодязні стіни [3], «стіна в ґрунті» [1, 4-6, 20], ЕРГТ палі, ЕХВ палі, РІТ палі, палі «ГЕО» [13].

Схожий випадок укріплення в м. Одеса зсувонебезпечної ділянки в курортному районі «Аркадія» зазначений у статті І. О. Менеїлюка та М. Ю. Качковського [21]. Укріплення схилу в цьому випадку виконувалося за допомогою контрфорсних підпірних стін та буронабивних паль великого діаметру з обсадною трубою.

Багатокритеріальному аналізу присвячені роботи О. І. Менеїлюка, О. Л. Нікіфорова, Н. В. Дмитрієвої та ін. [19; 22].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Аналіз останніх досліджень показав, що існує широкий спектр протизсувних споруд, а також певні умови та обмеження в їх використанні. Незважаючи на велику кількість публікацій, що містять опис конструктивно-технологічних рішень зміцнення схилу, існує недостатньо праць, що проводять порівняння та вибір найбільш раціонального варіанту для конкретних ґрунтових умов. Тому вибір оптимального конструктивно-технологічного рішення для зміцнення схилу в даних умовах є нагальним та потребує додаткових досліджень.

Постановка завдання. Метою роботи є вибір найбільш раціонального варіанту для укріплення верхньої частини схилу від обвалень масивів ґрунту за допомогою методики багатокритеріального аналізу.

Виклад основного матеріалу. Протяжність верхньої ділянки схилу, що вимагає посилення – 296 м.

Висота підпірної стіни 5 м.

Для прийняття оптимального рішення щодо вибору способу влаштування посилення верхньої частини схилу сформована таблиця 1 і обрано такі критерії:

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

- вартість, грн на погонний метр підпірної стіни;
- трудомісткість, люд.-год на погонний метр підпірної стіни;
- обмеження по грунтах у заданих умовах.

Таблиця 1

Оцінки технологій зміцнення верхньої частини схилу в грошових та фізичних одиницях

№ з/п	Найменування	Вартість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м, грн	Трудомісткість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м, люд.-год	Обмеження по грунтах	Примітки
1	Тонкоелементні підпірні стіни	2938,8	12,03	Немає	
2	Габіони та матраци Рено	6478,74	12,63	Піщані і підтоплені ґрунти	
3	Контрфорсні підпірні стіни з мембранами	2739,34	14,55	Спираються на глибинні шари ґрунту	Велика ймовірність пошкодження мембрани в процесі експлуатації
4	Підпірні стіни на пальному фундаменті	6339,92	21,55	Спираються на глибинні шари ґрунту	
5	Шпунт Ларсена	31746,63	25,81	Немає	
6	Підпірні стіни з армованого ґрунту	9716,56	54	Скельні і водонасичені ґрунти	

Результати розрахунків кількісних критеріїв «вартість» і «трудомісткість» у програмному комплексі АВК-5 по кожному з варіантів для зручності оцінки із загальної вартості та трудомісткості всього об'єкта переведені на одиницю виміру (1 п.м.) підпірної стіни.

Якісний критерій «обмеження по грунтах» визначає оцінку технологічних вимог обраних методів зміцнення верхньої частини схилу щодо умов цього об'єкта. При низьких вимогах обмежень немає, середніх – ускладненість влаштування підпірних стін в скельних і водонасичених грунтах, вище середніх – ускладненість влаштування підпірних стін у піщаних і підтоплених грунтах. Високі обмеження по грунтах мають технології, в яких несучі конструкції спираються на глибинні тверді шари ґрунту.

Оцінка технологій за кількісними і якісними критеріями здійснювалася в програмі Microsoft Excel за допомогою інструментів «зведена таблиця» і «зведена діаграма» [19]. Оцінка проведена за десятибальною шкалою, де мінімально і максимально ефективним значенням присвоєні бали 1 і 10 відповідно. Проміжні значення підраховані за допомогою інтерполяції (табл. 2 і рис. 1).

Таблиця 2

Оцінки технологій зміцнення верхньої частини схилу в балах

№ з/п	Найменування	Вартість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м, грн	Трудомісткість влаштування п.м. підпірної стіни висотою 5 м, люд.-год
1	Тонкоелементні підпірні стіни	9,94	10
2	Габіони + матраци Рено	8,84	9,87
3	Контрфорсні підпірні стіни з мембранами	10	9,46
4	Підпірні стіни на пальному фундаменті	8,88	7,95
5	Шпунт Ларсена	1	7,04
6	Підпірні стіни з армованого ґрунту	7,84	1

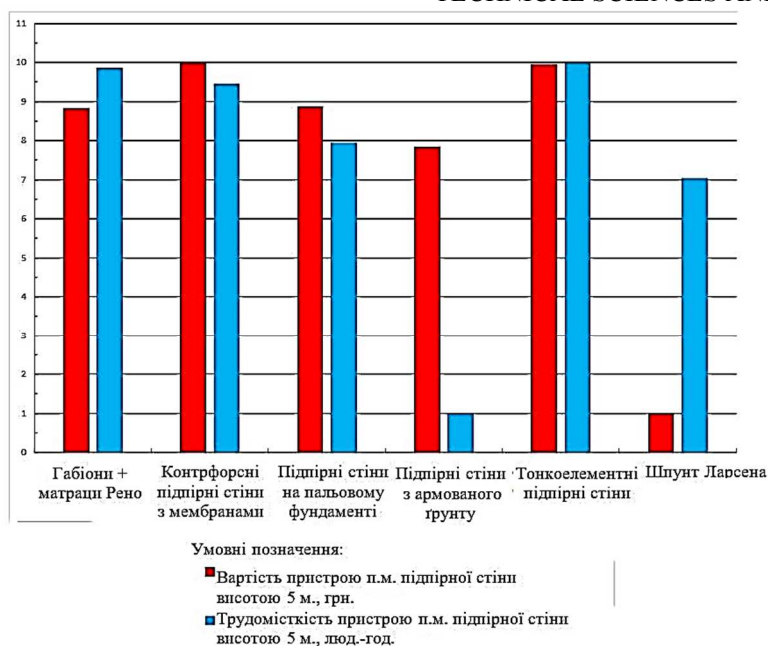


Рис. 1. Порівняння бальних оцінок конструктивно-технологічних рішень зміцнення верхньої частини схилу в зведеній діаграмі

Оскільки основними критеріями в будь-якому будівництві є економічність і трудомісткість виконання, то аналізуючи наведені альтернативи, виключаємо конструктивно-технологічні рішення, які є найдорожчими і трудомісткими.

Аналізуючи діаграму, видно, що застосування «підпірних стін з армованого ґрунту» є найбільш трудомістким рішенням (54 люд.-год на п.м. стіни). За критерієм вартості найдорожчим рішенням є «шпунт Ларсена» (31 746,63 грн на п.м. стіни), з огляду на високу вартість сталевих шпунтів «Л-5У». Виключаємо ці дві технології з подальшого розгляду (рис. 2).

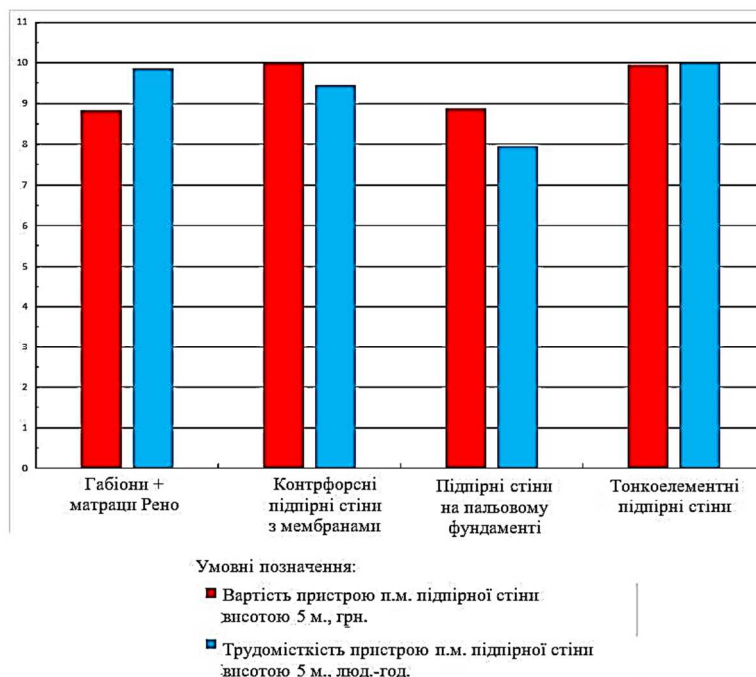


Рис. 2. Порівняння конструктивно-технологічних рішень «габіони + матраци Рено», «контрфорсні підпірні стіни з мембранами», «підпірні стіни на пильовому фундаменті», «тонкоелементні підпірні стіни»

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

З рис. 2 видно, що оптимальне співвідношення «вартість/трудомісткість» мають два рішення: «контрфорсні підпірні стіни з мембранами» і «тонкоелементні підпірні стіни», у яких спостерігаються найнижчі показники вартості та трудомісткості.

«Контрфорсні підпірні стіни з мембранами» поступаються рішенню «габіони + матраци Рено» за критерієм трудомісткості, однак у значно більшому ступені виграють по вартості зведення. У зв'язку з цим надалі конструктивно-технологічні рішення «габіони + матраци Рено» і «підпірні стіни на пальовому фундаменті» не розглядаються в порівнянні.

Для остаточного порівняння двох технологій, максимально близьких щодо запропонованих кількісних показників, скористаємося якісним критерієм «обмеження по ґрунтах» (рис. 3).

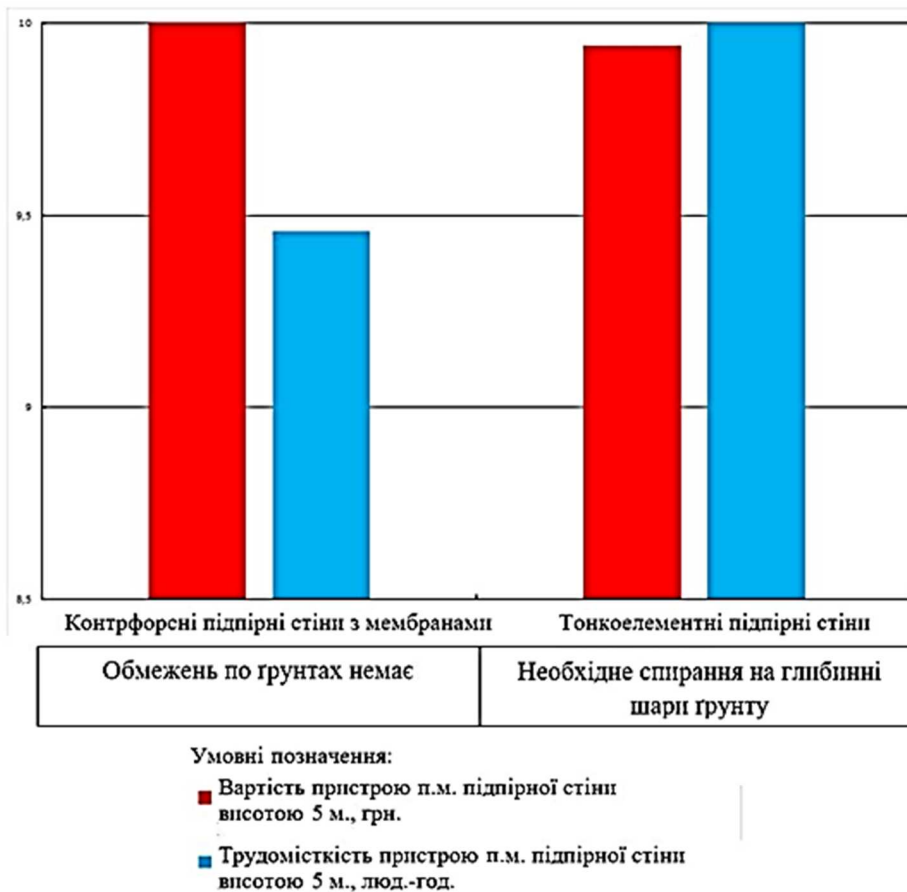


Рисунок 3. Порівняння конструктивно-технологічних рішень «контрфорсні підпірні стіни з мембранами» та «тонкоелементні підпірні стіни»

Ґрунти на позначці нижче 6 м представлені в основному лісовидними супісками і суглинками з двома водоносними горизонтами. Застосування варіанту «контрфорсні підпірні стіни з мембранами» (що передбачає влаштування буронабивних паль і мембран) може спричинити вивільнення напірних ґрунтових вод. Також слід враховувати бічний тиск ґрунтового масиву на буронабивні палі. Внаслідок цього можливо замочування просадних ґрунтів (як наслідок виникнення значних осад і обвалень ґрунту). У таких умовах потрібно застосування обсадної труби для буронабивних паль, яка дозволить ефективно протидіяти цим факторам.

Верхня ґрунтова товща представлена пісками, супісками і суглинками. Можливо порушення суцільності стіни (мембрани) внаслідок вандалізму і низької міцності на розрив матеріалу мембрани.

Підпірна стіна має протяжність 296 м. При інженерно-геологічних вишукуваннях на цьому схилі виконано 50 свердловин, однак між свердловинами можливо більш глибоке залягання твердих порід ґрунтів. Це призведе до збільшення вартості і трудомісткості в процесі влаштування буронабивних паль для рішення «контрфорсні підпірні стіни з мембранами».

При влаштуванні та експлуатації тонкоелементної підпірної стіни відсутні перераховані вище недоліки щодо якісного критерію. Тому для зміцнення верхньої частини схилу в даних умовах прийнятий варіант «тонкоелементна підпірна стіна».

Висновки відповідно до статті. Аналіз інформаційних джерел дозволив виявити 35 варіантів конструктивно-технологічних рішень, які можливо використовувати для зміцнення схилів.

З розглянутих 35 варіантів конструктивно-технологічних рішень на цьому об'єкті для зміцнення нижньої частини схилу підходить лише один варіант: влаштування буронабивних паль великого діаметра з обсадною трубою.

Для зміцнення верхньої частини схилу можливе застосування 6-ти конструктивно-технологічних рішень.

Багатокритеріальний аналіз 6 можливих конструктивно-технологічних рішень для зміцнення верхньої частини схилу показав, що найбільш ефективним для досліджуваних умов є варіант влаштування «тонкоелементна підпірна стіна».

Список використаних джерел

1. Гузченко В. Т., Лісневський М. А. Класифікація підпірних стін. *Журнал мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2012. № 3. С. 39-44.
2. Підпірні стіни: презентація. URL: <https://slide-share.ru/tema-2-pidpirni-stini-132838>.
3. Пономарев А. Б., Калошина С. В., Старцева С. И., Безгодов М. А. Строительство на урбанизированных территориях: учеб. пособие. Пермь: ПНИПУ, 2012. 199 с.
4. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення. [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 30 с. (Державні будівельні норми України).
5. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. [Чинний від 2017-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 51 с. (Державні будівельні норми України).
6. ДБН В.1.1-46: 2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення [Чинний від 2017-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 47 с. (Державні будівельні норми України).
7. Полевиченко А. Г. Расчет свайной подпорной стены для укрепления откосов и склонов: учебное пособие. Хабаровск: ДВГУПС, 2006. 25 с.
8. Каганов Г. М., Евдокимова И. М., Шевченко К. И. Гидротехнические сооружения армированного грунта: учебное пособие. Москва: Полиграфический комплекс НИИ-Природа», 2004. 607 с.
9. Технология цементации Soilmix. URL: <http://eu-found.de/ru/verfahren/soilmix.html>.
10. Еремін В. Я., Сафанов Н. В. Некоторые проблемы качества буронабивных свай. *Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях*: сб. тез. докл. междунар. научно-технич. конф. (г. Уфа, 3-5 октября 2006 г). Уфа: БашНИИстрой, 2006. С. 85–96.
11. Гинзбург Л. К. Противооползневые удерживающие конструкции: монография. Москва: Стройиздат, 1979. 81 с.
12. Шадунц К. Ш. Способы защиты склонов прибрежных территорий от оползневых процессов. *Научный журнал КубГАУ*. 2010. №55 (01) С. 1–7.
13. Менеїлюк А. И., Дубельт Т. М., Менеїлюк И. А. Инновации в строительстве и реконструкции: монография. Киев: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2018. 650 с.
14. Новицький О. П. Методи закріплення ґрунтів цементом. *Вісник ДонНАБА*. Макеєвка, 2013. Вип. 3 (101). С. 32-37.
15. Зоценко М. Л. Ґрунтоцементні основи та фундаменти. *Будівельні конструкції*. 2011. № 75. С. 447–457. URL: https://scholar.google.com.ua/citations?user=fAI6SxYAAAAAJ&hl=ru#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Dru%26user%3DfAI6SxYAAAAAJ%26citation_for_view%3DfAI6SxYAAAAAJ%3ATyk-4Ss8FVUC%26tzm%3D-120.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

16. Токин А. Н. Фундаменты из цементогрунта: монография. Москва: Стройиздат, 1984. 182 с.
17. Зоценко М. Л., Вінніков Ю. Л., Зоценко В. М. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: монографія. Харків: Мадрид, 2016. 92 с.
18. Системы струйной цементации Jet-1, Jet-2, Jet-3 особенности и отличия. URL: http://www.anker-pk.ru/poleznoe/zakreplenie_gruntov/sistemy_struinoy_cementacii/.
19. Меньлюк О. І., Нікіфоров О. Л. Інновації в будівництві: методичні вказівки. Одеса: ОДАБА, 2018. 53 с.
20. Протопопова Д. А., Коршиков В. В. Технология возведения фундамента методом «стена в грунте». *Научно-методический журнал Academy*. 2017. № 5 (20). С. 109–112.
21. Меньлюк І. О., Качковський М. Ю. Стабілізація зсувних схилів в курортному районі «Аркадія». *Міжн. наук.-техн. зб.* Київ, 2019. № 65. С. 81–86.
22. Дмітрієва Н. В., Іванова Т. І., Гострік А. Н. Про багатокритеріальний аналіз технологічних рішень гідроізоляції вапняку-черепашнику. *Молодий вчений*. 2017. № 7 (47). С. 20–24.

References

1. Huzchenko, V. T., Lisnevskyi, M. A. (2012). Classification of retaining walls. *Journal bridges and tunnels: theory, research, practice*, 3, 39–44 [in Ukrainian].
2. Retaining walls: presentation. (2019, October 20). Retrieved from <https://slide-share.ru/tema-2-pidpirni-stini-132838>.
3. Ponomarev, A. B., Kaloshyna, S. V., Startseva, S. I., Bezghodov, M. A. (2012). *Construction in urban areas*. Perm: PNRPU [in Russian].
4. State building codes V.1.1-24:2009. *Protection against dangerous geological processes. Substantive provisions* (2010). Official edition. Kyiv: Minregionstroy of Ukraine [in Ukrainian].
5. State building codes V.1.1-45:2017 *Buildings and structures in difficult engineering-geological conditions* (2017). Official edition. Kyiv: Minregionstroy of Ukraine [in Ukrainian].
6. State building codes V.1.1-46: 2017 *Engineering protection of territories, buildings and structures against landslides and collapses. Substantive provisions* (2017). Official edition. Kyiv: Minregionstroy of Ukraine [in Ukrainian].
7. Polevychenko, A. H. (2006). *Calculation of pile retaining wall to strengthen slopes and slopes*. Khabarovsk: FESTU [in Russian].
8. Kahanov, H. M., Evdokymova, I. M., Shevchenko, K. I. (2004). *Hydrotechnical structures of reinforced soil*. Moscow: Printing complex NYA - Nature [in Russian].
9. Cementation technology Soilmix. (2019, October 20). Retrieved from <http://eu-found.de/ru/verfahren/soilmix.html>.
10. Eremyn, V. Ia., Safanov, N. V. (2006). *Some quality problems of bored piles*, Problems of soil mechanics and foundation building in difficult soil conditions: collection of abstracts international scientific and technical conferences (Ufa, October 3-5, 2006). Ufa: BashNyystroi [in Russian].
11. Hynzburch, L. K. (1979). *Anti-slip retaining structures*. Moscow: Stroizdat [in Russian].
12. Shadunts, K. Sh. (2010). Ways to protect the slopes of coastal areas from landslide processes. *Scientific journal KubSAU*, 55 (01), 1-7 [in Russian].
13. Meneiliuk, A. I., Dubelt, T. M., Meneiliuk, I. A. (2018). *Innovations in construction and reconstruction*. Kyiv: TOV NVP «Interservis» [in Russian].
14. Novytskyi, O. P. (2013). Methods of cementing soils. *Herald DonNACEA*, 3 (101), 32-37 [in Ukrainian].
15. Zotsenko, M. L. (2011). Cement bases and foundations. *Building structures*, 75, 447-457. Retrieved from https://scholar.google.com.ua/citations?user=fAI6SxYAAAAJ&hl=ru#d=gs_md_citad&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Dru%26user%3DfAI6SxYAAAAJ%26citation_for_view%3DfAI6SxYAAAAJ%3ATyk-4Ss8FVUC%26tzm%3D-120.
16. Tokyn, A. N. (1984). *Foundations of a mixture of cement and soil*. Moscow: Stroizdat [in Russian].
17. Zotsenko, M. L., Vinnikov, Yu. L., Zotsenko, V. M. (2016). *Drilling soil cement piles, which are made by the mixing method*. Kharkov: Madrid [in Ukrainian].
18. Systems of jet cementation Jet-1, Jet-2, Jet-3 features and differences. (2019, October 20). Retrieved from http://www.anker-pk.ru/poleznoe/zakreplenie_gruntov/sistemy_struinoy_cementacii.

19. Meneiliuk, O. I., Nikiforov, O. L. (2018). *Innovations in construction*. Odessa: OSACEA [in Ukrainian].
20. Protopopova, D. A., Korshykov, V. V. (2017). The technology of construction of the foundation by the “wall in soil” method. *Scientific and methodological journal Academy*, 5 (20), 109–112.
21. Meneiliuk, I. O., Kachkovskiy, M. Iu. (2019). Stabilizing of slopes of change is in the resort district of «arcadia». *International scientific and technical collection*, 65, 81–86 [in Ukrainian].
22. Dmitrieva, N. V., Ivanova, T. I., Hostrik, A. N. (2017). On multicriterion analysis of technological solutions of limestone-shell rock waterproofing. *Scientific journal young scientist*, 7 (47), 20-24 [in Ukrainian].

UDC 624.137

Ivan Meneiliuk, Victor Russyi

MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR THE SELECTION OF THE DECISION FOR STRENGTHENING THE SLOPE

Urgency of the research. Currently, one of the most developed shores of Odessa is the resort and recreation area along the Great Fountain, which is characterized as a dangerous landslide zone. Construction against sliding structures requires considerable financial and manpower resources. Regulatory documents do not provide guidance on the choice of the most cost-effective and time-consuming solutions for such objects. Therefore, the choice of the most rational design and technological solutions is relevant.

Target setting. In the process of choosing structural and technological solutions to reinforce the slope, the question arises of their compliance with the specific conditions of the construction site. It is the compliance of the retaining wall technologies with the soil conditions and the reasonableness of costs and technological criteria. There are many different structural and technological solutions for soil displacement. As a result, multi-criteria analysis is required in the process of selecting the final slope-strengthening solution.

Actual scientific researches and issues analysis. Recent open access publications have been reviewed, including well-known slope strengthening techniques and how to choose the best solutions using multi-criteria analysis.

Uninvestigated parts of general matters defining. Despite the large number of publications containing descriptions of structural and technological solutions for strengthening the slope, there is not enough work to compare and select the most rational option for specific soil conditions.

The research objective. Choosing the least time-consuming and costly solution to strengthen the top of the slope from the collapse of soil masses at the 13th Great Fountain in Odessa.

The statement of basic materials. The choice of optimal structural and technological solutions was made by the method of multicriteria analysis. Quantitative and qualitative criteria were used in the process of selecting the slopes to strengthen the slopes: cost, amount of labor expended, soil restriction under these conditions. The study was carried out using the “summary table” and “summary chart” features in Microsoft Excel software, which allowed us to choose the necessary solution to increase the slope.

Conclusions. The proposed structural and technological solution for strengthening the slope from displacement is the most rational of the six studied.

Keywords: multi-criteria analysis; retaining walls; sliding areas; against sliding structures; retaining walls; the Larsen wall; piles.

Fig.: 3. Tabl.: 2. References: 22.

Менейлюк Іван Олександрович – кандидат технічних наук, докторант, Харківський національний університет будівництва та архітектури (вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002, Україна).

Meneiliuk Ivan – PhD in Technical Sciences, Doctoral student at Kharkov national university of civil engineering and architecture (40 Sumska Str., 61002 Kharkov, Ukraine).

E-mail: ivmen1112019@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7075-2898>

Руссий Віктор Вікторович – аспірант кафедри технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури (вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65000, Україна).

Russyi Victor – PhD student, PhD student of the Department of construction production technology, Odessa state academy of civil engineering and architecture (4 Didrikhson Str., 65000 Odessa, Ukraine).

E-mail: viruswot@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5884-2097>