

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 69.05:621.873.15

С. В. ПАСТУХОВА^{1*}, І. А. АРУТЮНЯН², В. О. ПАСТУХОВ³, Є. Е. АРУТЮНЯН⁴

^{1*}Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (067) 366 20 22, ел. пошта pastukhovasusanna@gmail.com, ORCID 0000-0002-9324-3065

²Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38(066)9007828, ел. пошта iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

³Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (050) 850 57 41, ел. пошта iiru3rak1990@gmail.com, ORCID 0009-0008-8247-6200

⁴Кафедра міського будівництва і архітектури, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (095) 599 11 56, ел. пошта arutyunyanegen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ЗВЕДЕННІ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЛІ

Мета. Обґрунтування організаційно-технологічних рішень за рахунок інноваційних технічних підходів для будівництва підземної багатоповерхової частини житлових та громадських будівель, що спрямовані на підвищення ефективності будівельних процесів. **Методика.** В роботі розглядається зведення будівлі, на рівні першого поверху, пропонується виконати систему взаємопов'язаних рейкових шляхів, якими пересуватимуться козлові крани та спеціальні платформи. Для спуску машин, будівельних матеріалів, інструментів на проєктну позначку, при освоєнні підземного простору пропонується застосовувати козлові крани. Для швидкого перебазування вантажів та машин, з однієї захватки на іншу, встановлено додаткову систему рейок, якими переміщуються спеціальні платформи. Особлива увага приділяється вибору оптимальних технологій урахуванням геотехнічних умов. **Результати.** Оптимізація організаційно-технологічних рішень забезпечує зниження витрат, скорочення термінів будівництва та підвищення безпеки робіт. Використання сучасних технологій, дозволяє покращити контроль процесів. Врахування геотехнічних умов і застосування інноваційних підходів сприяє підвищенню надійності конструкцій. Таким чином, удосконалення підходів до зведення підземних споруд є важливим напрямом розвитку будівельної галузі. Будівництво об'єктів є процесом, у якому організаційно-виконавці, постачальники та споживачі матеріально-технічних ресурсів, автотранспорт та інші елементи взаємодіють у складному взаємозв'язку. **Наукова новизна.** Застосування пропонованих технічних рішень при будівництві будівель із багатоповерховими підземними частинами дозволить удосконалити виконання технологічних процесів підземної частини будівлі. Пропонована технологія дозволить використовувати її у всіх кліматичних районах нашої країни. **Практична значимість.** На основі отриманих взаємозв'язків якісних та кількісних параметрів розробляється модель та вибудовується алгоритм її розрахунку. У зв'язку з вищесказаним очевидно, що розробка такої моделі дозволить здійснити комплексну оцінку допустимості суміщення будівельних процесів.

Ключові слова: будівництво багатоповерхової підземної частини будівлі; «стіна в ґрунті», технологічний процес розробки ґрунту; буронабивна паля; підземна частина будівлі

Вступ

Щороку кількість автомобілів у містах зростає. Тому існує необхідність ефективного управління всією системою зберігання автомобілів, що дозволить поліпшити транспортну ситуацію на дорогах (Андрухов, Матвійчук, & Колесник, 2010; Арутюнян, Пастухова, С. В.,

Милета, & Пастухов, 2024). У містах нашої країни останні десять років запроваджується міський транспорт на газомоторному паливі. Однак у зв'язку з цим уздовж усього транспортного маршруту з'являються так звані виділені смуги для руху маршрутних транспортних засобів, зупинка приватних автомобілів, на яких заборонена. Виходячи з цього, виникає проблема з

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

необхідністю обладнання додаткових місць для стоянки автомобілів, як у нічний, так і вдень. Вирішуючи завдання оновлення парку маршрутних транспортних засобів, використовуючи при цьому газомоторне паливо, мінімізується вплив на навколишнє середовище, однак виникає проблема з нестачею паркувальних місць. У дворах довколишніх будинків зменшуються площі зелених зон та насаджень. Незважаючи на те, що освоєння підземного простору відноситься до одного з найскладніших видів діяльності людини, просто необхідно при будівництві нових будівель виконувати підземну частину, в якій необхідно розмістити не тільки офісні або торгові приміщення, але і паркування, причому багатоповерхового виконання.

На сьогоднішній день рівень техніки та технологій вийшов на такий рівень, що люди вже освоюють не лише підземний простір на суші, а й під акваторіями. Так, наприклад, у м. Київ створена ціла концепція розвитку підземних споруд (Черненко, & Ярмоленко, (eds.), 2002; Панченко, 2007).

Мета

Обґрунтування організаційно-технологічних рішень за рахунок інноваційних технічних підходів для будівництва підземної багатоповерхової частини житлових та громадських будівель, що спрямовані на підвищення ефективності будівельних процесів.

Методика

Будівництво підземних будівель дозволяє заощадити до 23 % витрат, що йдуть на опалення, порівняно з надземним варіантом (рис. 1 і 2) (Шутенко, Рудь, Кічаєва, et al., 2017; Анін, Пастухова, Білов, & Метеленко, 2023).



Рис. 1. Будівництво з надземним варіантом

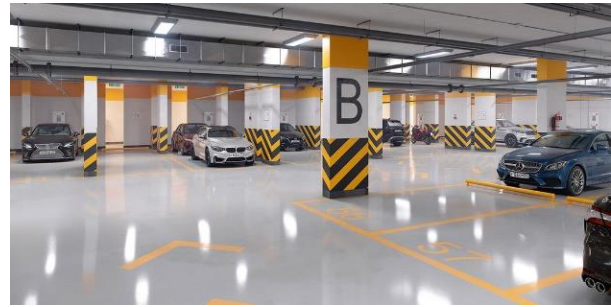


Рис. 2. Будівництво з підземним варіантом

Розглянемо існуючі технології будівництва підземних частин будівель.

Відомий відкритий метод будівництва підземних будівель чи споруд, які у тому, що це технологічні процеси ведуть знизу-вгору. При цьому для кріплення укосів котловану застосовують різні технічні рішення. Застосування відкритого методу вимагає послідовного поетапного виконання всіх технологічних процесів.

Відомий спосіб будівництва багатоповерхового підземного споруди (Жван, В. Д., Помазан, & Жван, О. В., 2011), який включає спочатку зведення по контуру будівлі «стіни в ґрунті», потім установку сітки паль і перекриттів. Принаймні освоєння підземного простору на проєктних відмітках виконують монолітні перекриття. Після завершення освоєння підземного простору палі виконуватимуть роль елементів передачі навантаження на основу, і роль несучих колон підземної частини. Цей спосіб здійснюється напівзакритим способом «зверху-вниз». Після виконання кожної монолітної плити перекриття та набору її міцності, під нею виконують виїмку ґрунту. Після чого виконують нижнє перекриття, після набору міцності якого виїмку ґрунту повторюють знову. Таким чином, здійснюють зведення всієї підземної споруди. На кожній плиті перекриття, включаючи фундаментну плиту, виконують по периметру монолітні обв'язувальні балки. Між балками і «стіною в ґрунті» встановлюють гідравлічні домкрати як додаткову активну розпірну систему.

Існує технологія зведення будівель, яка називається «top-down» («зверху-вниз») (рис. 3). Застосування даної технології дозволяє будувати будинок одночасно у двох протилежних напрямках щодо поверхні землі. Будівництво підземних будівель дозволяє заощадити до 23 % витрат, що йдуть на опалення, порівняно з над-

земним варіантом.

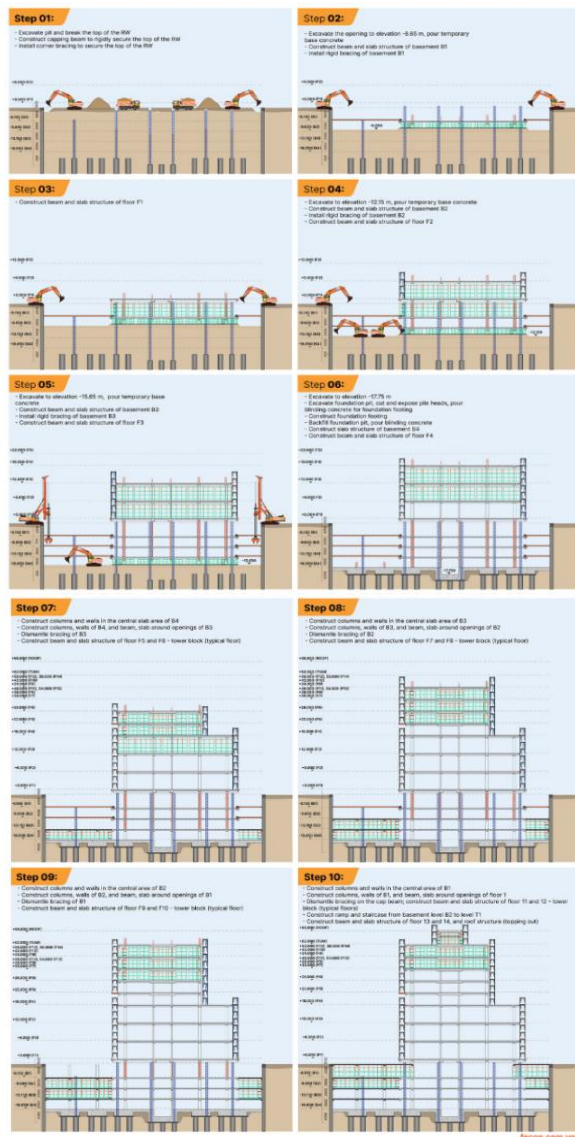


Рис. 3. Технологія зведення будівель, яка називається «top-down» («зверху-вниз»)

Для зведення підземної частини будівлі спочатку виконується стіна в ґрунті, після чого влаштовують палі. Після чого можна будувати будівлю як вгору, так і вниз.

Зведення надземної частини будівлі ведеться за традиційною технологією, а зведення підземної частини здійснюється за допомогою землерийної техніки та вантажопідйомних механізмів. У міру виїмки ґрунту та досягнення кожної проектної позначки плити перекриття підземної частини будівлі виконують монолітну плиту перекриття, після набору міцності,

якою продовжують екскавацію, до досягнення нижньої позначки фундаментної плити. Технологія «top-down» дозволяє будувати будинки швидше (Савйовський, & Молодід, 2019; Савйовський, 2021).

Відомий спосіб зведення підземної багатоповерхової споруди (Жван, В. Д., Помазан, Жван, 2011; Жидкова, & Завальний, (eds.), 2023), який полягає в тому, що спочатку по контуру підземної споруди, що зводиться, виконують «стіну в ґрунті» (Шутенко, Рудь, Кічаєва, et al., 2017). Після чого на спланованій поверхні ґрунту виконують перекриття, що має як мінімум один отвір для спуску екскаватора. Перекриття при армуванні з'єднують зі «стіною в ґрунті», після чого встановлюють спеціальну інвентарну конструкцію, що несе, яку спирають на зведені «стіни в ґрунті». До інвентарної несучої конструкції кріплять підвіски, що нарощуються. Потім здійснюють розробку ґрунту під перекриттям. Після чого виконують перекриття нижче ярусу, і встановлюють підвіски, що нарощуються. Таким чином, здійснюють зведення всієї підземної споруди. Після виходу на відмітку фундаменту і його виконання зведення продовжують у напрямку, знизу вгору влаштовуючи колони, що несуть, і поєднуючи їх з вже існуючими плитами перекриттів. При цьому згідно з описом винаходу, підвіски, що нарощуються, можна витягти або залишити в тілі майбутньої монолітної колони.

Недоліком способу є недосконалість технологічного процесу розробки ґрунту, так як потрібна додаткова техніка для переміщення ґрунту до технологічного отвору для подальшого його підйому на поверхню.

Недоліком є й те, що для встановлення підвісок потрібне залучення додаткової техніки та ручної праці.

Результати

Існує інший спосіб будівництва багатоповерхових підземних споруд у складних інженерно-геологічних умовах. Спосіб здійснюється наступним чином. Спочатку згідно з описом без виїмки ґрунту з котловану виконується діафрагма, яка є протифільтраційним екраном, потім виконується «стіна в ґрунті», по зовнішньому верхньому контуру якої встановлюється рама. Після чого за внутрішнім контуром кот-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

ловану, на рівні верхнього перекриття, влаштовується система розподільних і підтримуючих балок. Далі ґрунт під перекриттям та балками розробляють екскаватором і видаляють. У тій же послідовності балки влаштовують на нижніх проєктних відмітках. Після завершення встановлення балок виконують бетонування перекриттів.

Відомий і інший спосіб будівництва підземної багатоповерхової споруди (Арутюнян, Пастухова, Щемелев, & Вертепний, 2022), який включає зведення каркасу споруди та встановлення буронабивних пальових опор, верхні частини яких поєднують між собою за допомогою ригелів-балок, формуючи каркас. Між палями встановлюють електрогідравлічні домкрати. Далі на поверхні ґрунту виконують монолітне перекриття. Після чого розробляють ґрунт до проєктної позначки першого перекриття, а потім опускають за допомогою електрогідравлічних домкратів плиту на відмітку закладання. Після цього, змонтована на проєктній позначці плита перекриття жорстко закріплюється (Ушацький, (eds.), 2007).

При зведенні підземної частини будівлі існує необхідність у подачі будівельних матеріалів, машин, пристроїв на різні рівні підземної частини будівлі, що зводиться (ДСТУ Б А.2.4-4:2009, 2009; ДСТУ Б А.2.4-7:2009, 2009; ДБН В.2.6-163:2010, 2012; ДБН А.3.1-5-2016, 2016). Оскільки розробка ґрунту ведеться одноковшовим екскаватором і виникає необхідність у вирішенні питання щодо того, як екскаватор після виконання робіт буде піднятий на поверхню, а також актуальне питання щодо того, як розроблений екскаватором ґрунт буде завантажений в автосамоскиди після підйому на планувальну позначку землі.

На підставі огляду існуючих технологій та розгляду їхніх недоліків та переваг розроблена вдосконалена технологія будівництва підземної частини будівель.

Для освоєння підземної частини будівлі спочатку по периметру будівлі встановлюють «стіну в ґрунті» з буронабивних паль, після чого влаштовують сітку паль. (рис. 4) показаний загальний вигляд запропонованого технічного рішення.

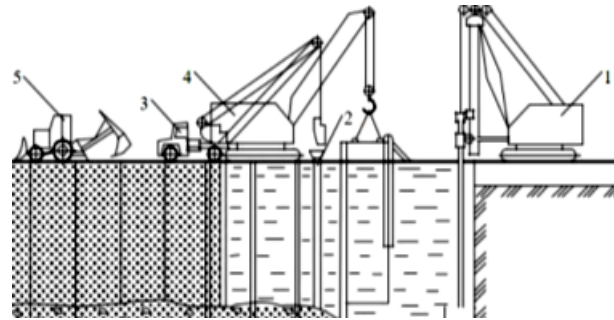


Рис. 4. Технологічна схема влаштування «стіни в ґрунті»:

1 – шаговий екскаватор; 2 – бетонолитна труба; 3 – автокран для укладання бетону; 4 – кран для монтажу панелей; 5 – механізм для зворотного засипання

Далі виконують ростверк 1, який поєднує всі палі. Після чого за допомогою вантажопідйомного засобу на ростверку 1 встановлюють рейкові шляхи 2, на яких згодом збирають крани 3. Потрібну кількість кранів визначають, виходячи з потреби в будівельних матеріалах, конструкціях та машинах. Для обслуговування захваток і доставки до місця розташування матеріалів на рейковому шляху 2 встановлюють спеціальні платформи 4. За межами контуру будівлі рейковий шлях 2 встановлюється на піщано-гравійну підготовку 5. Для можливості безперешкодного переміщення крана 3 і платформ 4 з метою обслуговування захватки пропонується об'єднати сусідні рейкові шляхи 2.

Наукова новизна та практична значимість

З метою покращення умов роботи машин і людей при освоєнні підземного простору будівлі замість монолітного перекриття пропонується виконати систему взаємопов'язаних балок 1, які об'єднують усі палі 2 (рис. 5 і 6).

Якщо виконати монолітне перекриття як у технології «top-down» (Ушацький, С. А. (eds.), 2007), то освоєння підземної частини будівлі перетвориться на «замкнутий простір» (рис. 7).

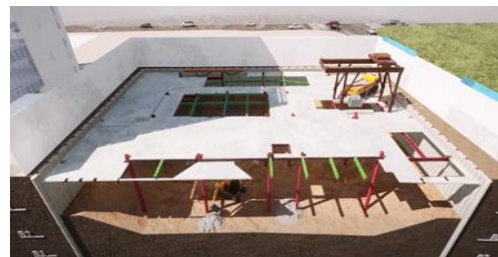


Рис. 5. Вид 3D поперечного розрізу підземної частини будівлі



Рис. 6. Поперечний розріз підземної частини будівлі



Рис. 7. Просторова схема пропонуваного технічного рішення

При цьому значно знижується продуктивність машин і зростає кількість невиробничих переміщень, так як людям і машинам постійно

необхідно переміщатися до технологічних прорізів, виконаних у перекриттях, що лежать вище, для подачі і прийому матеріалів і вилучення розробленого екскаватором ґрунту на поверхню.

При будівництві будівлі пропонується спочатку повністю освоїти весь підземний простір з установкою на рівні перекриття кожного поверху системи балок, а після досягнення позначки фундаментної плити та її заливки бетоном, виконати знизу-вгору установку перекриттів із збірних залізобетонних плит, подаючи їх за допомогою крана.

Висновки

Застосування збірно-монолітного виконання підземної споруди дозволить не лише скоротити термін будівництва завдяки зменшенню тривалості монтажних і бетонних робіт, але й підвищити загальну ефективність будівельного процесу. Крім цього, завдяки використанню балочної системи забезпечується необхідна жорсткість конструкції, її геометрична незмінність та стійкість до зовнішніх навантажень, що сприяє довговічності споруди. Додатково, застосування збірно-монолітних технологій дозволяє оптимізувати використання матеріалів, знизити витрати на опалубку та зменшити вплив людського фактора на якість виконання робіт.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Анін, В. І., Пастухова, С. В., Білов, Ю. О., & Метеленко, Н. Г. (2023). Інноваційні інформаційні технології як вдосконалення організаційних процесів будівництва. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 23, 5-16. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2023/281073>
- Андрухов, В. М., Матвійчук, В. В., & Колесник, А. О. (2010). Наскрізнi автоматизовані технології в проектуванні багатоповерхових житлових будівель. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 9(2), 104-109.
- Арутюнян, І. А., Пастухова, С. В., Милета, К., & Пастухов, В. О. (2024). Роль математичної моделі комплексної оцінки сумісності поєднання будівельних процесів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, 1, 53(2024), 131-141.
- Арутюнян, І. А., Пастухова, С. В., Щемелев, А. В., & Вертепний, І. І. (2022). Переваги вибору реконструкції промислової будівлі в житлову в умовах

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- відновлення міст після війни. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 21, 21-35. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2022/258219>
- ДСТУ Б А.2.4-4:2009 (2009). Основні вимоги до проектної та робочої документації. Київ: Мінрегіонбуд України.
- ДСТУ Б А.2.4-7:2009 (2009). Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Київ: Мінрегіонбуд України.
- ДБН В.2.6-163:2010 (2012). Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Київ: Укрархбудінформ.
- ДБН А.3.1-5-2016 (2016). Організація будівельного виробництва. Київ: Мінрегіон України.
- Жван, В. Д., Помазан, М. Д., & Жван, О. В. (2011). *Зведення і монтаж будівель і споруд*. Харків: ХНАМГ.
- Жидкова, Т. В., & Завальний, О. В. (eds.) (2023). *Реконструкція міських територій*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова.
- Панченко, В. О. (2007). *Технологія зведення, ремонту і реконструкції спеціальних споруд*. Харків: ХНАМГ.
- Савйовський, В. В. (2021). *Технічна діагностика будівельних конструкцій будівель*. Харків: Вид-во «Форт».
- Савйовський, В. В., & Молодід, О. С. (2019). *Зведення спеціальних будівель і споруд*. Київ: КНУБА.
- Ушацький, С. А. (eds.) (2007). *Організація будівництва*. Київ: Кондор.
- Черненко, В. К., & Ярмоленко, М. Г. (eds.) (2002). *Технологія будівельного виробництва*. Київ: Вища школа.
- Шутенко, Л. М., Рудь, О. Г., Кічаєва, О. В. et al. (2017). *Механіка ґрунтів, основи та фундаменти*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова.

S. V. PASTUKHOVA^{1*}, I. A. ARUTIUNIAN², V. O. PASTUKHOV³, YE. E. ARUTIUNIAN⁴

^{1*} Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38(067)3662022, e-mail pastukhovasusanna@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9324-3065

² Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, тел. +38(066)9007828, e-mail iranaarutunian@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5049-3742

³ Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (050) 850 57 41, e-mail iipu3pak1990@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-8247-6200

⁴ Department of Urban Construction and Architecture, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69606, tel. +38 (095) 599 11 56, e-mail arytynyanavgen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE CONSTRUCTION OF A MULTI-STOREY UNDERGROUND PART OF THE BUILDING

Purpose. Substantiation of organizational and technological solutions due to innovative technical approaches for the construction of an underground multi-storey part of residential and public buildings aimed at increasing the efficiency of construction processes. **Methodology.** The work considers the construction of a building, at the level of the first floor, it is proposed to implement a system of interconnected rail tracks along which gantry cranes and special platforms will move. To lower machines, construction materials, tools to the design mark, when developing underground space, it is proposed to use gantry cranes. For the rapid relocation of cargo and machines from one grab to another, an additional system of rails is installed, along which special platforms are moved. Research of modern methods of underground construction, the use of the latest approaches, automated monitoring systems and digital modeling. Particular attention is paid to the selection of optimal technologies, taking into account geotechnical conditions. The development of effective design and technological solutions will improve the quality of construction work, reduce their terms and optimize costs. **Findings.** Optimization of organizational and technological solutions ensures cost reduction, reduction of construction time and increase of work safety. The use of modern technologies allows you to improve process control. Taking into account geotechnical conditions and the use of innovative approaches helps to increase the reliability of structures. Thus, the improvement of approaches to the construction of underground structures is an important direction in the development of the construction industry

Creative Commons Attribution 4.0 International

© С. В. Пастухова, І. А. Арутюнян, В. О. Пастухов, Є. Е. Арутюнян, 2025

struction of facilities is a process in which performing organizations, suppliers and consumers of material and technical resources, vehicles and other elements interact in a complex relationship. At the same time, the work is affected by many different, including random, factors. For their influence, it is proposed to take into account the joint influence of various factors, taking into account random factors of influence. **Originality.** The article discusses control of the movement of cranes and special platforms is carried out using remote controls. The above-ground part of the building is erected in the traditional way using a tower crane, for example, on a rail track. The use of the proposed technical solutions in the construction of buildings with multi-storey underground parts will allow improving the implementation of technological processes of the underground part of the building. The proposed technology will allow it to be used in all climatic regions of our country. **Practical value.** Based on the obtained relationships of qualitative and quantitative parameters, a model is developed and an algorithm for its calculation is built. In connection with the above, it is obvious that the development of such a model will allow a comprehensive assessment of the admissibility of combining construction processes.

Keywords: construction of a multi-storey underground part of a building; «wall in the soil»; technological process of soil development; bored pile; underground part of a building

REFERENCES

- Anin, V. I., Pastukhova, S. V., Bilov, Yu. O., & Metelenko, N. H. (2023). Innovatsiini informatsiini tekhnolohii yak vdoskonalennia orhanizatsiinykh protsesiv budivnytstva. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 23, 5-16. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2023/281073> (in Ukrainian)
- Andruxov, V. M., Matviichuk, V. V., & Kolesnyk, A. O. (2010). Naskrizni avtomatyzovani tekhnolohii v proektuvanni bahatopoverkhovykh zhytlovykh budivel. *Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruksii v budivnytstvi*, 9(2), 104-109. (in Ukrainian)
- Arutunian, I. A., Pastukhova, S. V., Myleta, K., & Pastukhov, V. O. (2024). Rol matematychnoi modeli kompleksnoi otsinky sumisnosti poiednannia budivelnnykh protsesiv. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 1, 53(2024), 131-141. (in Ukrainian)
- Arutunian, I. A., Pastukhova, S. V., Shchemeliev, A. V., & Vertepnyi, I. I. (2022). Perevahy vyboru rekonstruksii promyslovoi budivli v zhytlovu v umovakh vidnovlennia mist pislia viiny. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 21, 21-35. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2022/258219> (in Ukrainian)
- DSTU B A.2.4-4:2009 (2009). Osnovni vymohy do proektnoi ta robochoi dokumentatsii. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. (in Ukrainian)
- DSTU B A.2.4-7:2009 (2009). Pravyla vykonannia arkhitekturno-budivelnnykh robochykh kreslen. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. (in Ukrainian)
- DBN V.2.6-163:2010 (2012). Konstruksii budynkiv i sporud. Stalevi konstruksii. Normy proektuvannia, vyhotovlennia i montazhu. Kyiv: Ukrarkhbudinform. (in Ukrainian)
- DBN A.3.1-5-2016 (2016). Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstva. Kyiv: Minrehion Ukrainy. (in Ukrainian)
- Zhvan, V. D., Pomazan, M. D., & Zhvan, O. V. (2011). Zvedennia i montazh budivel i sporud. Kharkiv: KhNAMH. (in Ukrainian)
- Zhydkova, T. V., & Zavalnyi, O. V. (eds.) (2023). *Rekonstruksiia miskykh terytorii*. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova. (in Ukrainian)
- Panchenko, V. O. (2007). *Tekhnolohiia zvedennia, remontu i rekonstruksii spetsialnykh sporud*. Kharkiv: KhNAMH. (in Ukrainian)
- Saviovskiy, V. V. (2021). *Tekhnichna diahnostyka budivelnnykh konstruksii budivel*. Kharkiv: Vyd-vo «Fort». (in Ukrainian)
- Saviovskiy, V. V., & Molodid, O. S. (2019). *Zvedennia spetsialnykh budivel i sporud*. Kyiv: KNUBA. (in Ukrainian)
- Ushatskyi, S. A. (eds.) (2007). *Orhanizatsiia budivnytstva*. Kyiv: Kondor. (in Ukrainian)
- Chernenko, V. K., & Yarmolenko, M. H. (eds.) (2002). *Tekhnolohiia budivelnoho vyrobnytstva*. Kyiv: Vyshcha shkola. (in Ukrainian)
- Shutenko, L. M., Rud, O. H., Kichaieva, O. V. et al. (2017). *Mekhanika gruntiv, osnovy ta fundamenti*. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 03.02.2025.

Прийнята до друку 05.03.2025.