

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІКИ В БУДІВЕЛЬНУ ГАЛУЗЬ

Робототехніка в будівництві стрімко змінює галузь, пропонуючи нові можливості для підвищення ефективності, безпеки та зниження витрат. Впровадження роботів дозволяє автоматизувати трудомісткі процеси, зменшувати кількість виробничих травм і оптимізувати робочі процеси. Однак, поряд із очевидними перевагами, існують і суттєві виклики: високі початкові інвестиції та потенційне скорочення робочих місць. Пропонується розглянути, як роботи трансформують будівельну індустрію, які переваги вони приносять, які труднощі виникають на шляху їхнього впровадження та що чекає на цю сферу в майбутньому.

Однією з ключових переваг робототехніки є автоматизація складних і повторюваних завдань (рис. 1). Наприклад, робот Nadrian X [1] укладає до 1000 цеглин на годину, перевершуючи людину (300-500 цеглин за день). 3D-принтер ICON Vulcan [2] друкує будинок площею 60 м² за 24 години, гарантуючи точність і швидкість.



Рисунок 1 – Використання будівельної робототехніки на майданчику

Будівництво традиційно вважається однією з найнебезпечніших галузей через ризик травм, пов'язаних із важкою фізичною працею чи роботою на висоті. Роботи беруть на себе найризикованіші завдання, зменшуючи ймовірність нещасних випадків: дрони та роботи для контролю якості можуть перевіряти стан будівельних майданчиків без залучення людей у небезпечні зони.

Незважаючи на численні переваги, впровадження робототехніки стикається з низкою труднощів. Перш за все, це високі початкові витрати. Закупів-

ля, налаштування та обслуговування роботизованих систем вимагають значних інвестицій, що може бути непосильним для малих і середніх організацій.

Робототехніка регулярного технічного супроводу та оновлення програмного забезпечення, що також додає витрат. Другий виклик — потенційне скорочення робочих місць. Автоматизація може замінити людську працю в багатьох сферах, що викликає занепокоєння щодо зайнятості. Хоча роботи підвищують продуктивність, вони не завжди здатні адаптуватися до нестандартних завдань, де людська інтуїція та гнучкість залишаються незамінними.

Наукові дослідження [1-4] працюють над створенням модульних систем, які будуть більш адаптивними та економічно вигідними. Розвиток алгоритмів координації дозволить кільком роботам працювати разом, подібно до злагодженої команди, що значно прискорить будівельні процеси. У майбутньому ми можемо очікувати появи роботів, які не лише виконуватимуть фізичну роботу, але й братимуть участь у плануванні та управлінні проєктами. Робототехніка також сприяє сталому розвитку [3]. Завдяки точному використанню матеріалів і зменшенню відходів будівництво стає більш екологічним. У поєднанні з інноваційними технологіями, такими як штучний інтелект і машинне навчання, роботи можуть зробити галузь не лише ефективнішою, але й соціально відповідальною.

Робототехніка в будівництві – справжній технологічний прорив, який обіцяє революціонізувати галузь. Вона приносить значні переваги, такі як підвищення продуктивності, безпеки та якості, але водночас вимагає вирішення складних питань, пов'язаних із вартістю та зайнятістю. У майбутньому, завдяки розвитку гнучких систем і нових алгоритмів, роботи стануть невід'ємною частиною будівельних майданчиків, роблячи процеси швидшими, безпечнішими та більш інноваційними. Трансформація галузі вже почалася, і будівельна індустрія стоїть на порозі нової ери автоматизації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dakhli, Zakaria & Lafhaj, Zoubeir. (2017). Robotic mechanical design for brick-laying automation. *Cogent Engineering*. 4. 10.1080/23311916.2017.1361600.
2. Palmer, Chris. (2020). 3D Printing Advances on Multiple Fronts. *Engineering*. 6. 10.1016/j.eng.2020.04.005.
3. Морзе Н. В., Варченко-Троценко Л. О., Гладун М. А. Основи робототехніки. Fundamentals of robotics : навч. посіб. Київ. ун-т ім. Бориса Грінченка. Кам'янець-Подільський (Хмельниц. обл.): Буйницький О. А., 2016. 183 с.
4. Wen Pan. A methodological approach to implement on-site construction robotics and automation: a case of Hong Kong. 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2018). Berlin, Germany, 2018. Pp. 362–369.