

А.Г. Полюхович¹, співавтор Ю.А. Ковальов²

¹аспірант, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна,
e-mail: poliukhovych.a@knutd.edu.ua

²старший викладач, к.т.н., доцент, Київський національний університет
технологій та дизайну, Україна, e-mail: kovalov.ya@knutd.com.ua

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Анотація. Розглянута доцільність використання робототехнічних пристроїв для механізації та автоматизації транспортно-логістичних систем, складові пристроїв та їх конструкції. Оцінено конструктивні рішення, що покращують маневреність, стійкість і ефективність виконання транспортно-логістичних операцій. Проаналізовано методи координації дій у робототехнічних системах і використання автономних мобільних платформ для автоматизації транспортування вантажів.

Ключові слова: робототехнічний пристрій; транспортні системи; мобільна платформа; автономний транспорт; маніпулятор.

Вступ. Зростання обсягів транспортування об'єктів виробництва, проблеми забезпечення надійності роботи та збереження об'єктів транспортування зумовлюють активне впровадження робототехнічних пристроїв у сферу транспортно-логістичних процесів. Використання автономних мобільних платформ дозволяє підвищити ефективність операцій та знизити вплив людського фактору. Одним із ключових викликів у проектуванні таких систем є створення механічних конструкцій, які забезпечують не лише стабільність і маневреність, але й гнучкість адаптації до змінних умов середовища. Важливим аспектом є не тільки реалізація ефективних кінематичних схем, а й інтеграція інтелектуальних алгоритмів управління, що оптимізують маршрути та мінімізують енергетичні витрати.

Матеріал і результати досліджень. Сучасні робототехнічні пристрої для транспортно-логістичних систем мають різноманітні механічні конфігурації, що включають мобільні платформи, маніпулятори та системи перевантаження (стикування) з одного елемента системи на інший. У цьому матеріалі представлено аналіз деяких сучасних наукових публікацій, присвячених механічним аспектам конструкції таких систем.



Мобільні платформи. Сучасні мобільні платформи роботів для транспортнологістичних систем реалізуються на основі, як правило, колісних шасі диференціального типу, що забезпечує високу прохідність та стабільність. У розробці [1] пропонуються автономні роботи, які оснащені незалежним приводом на кожне колесо, що дозволяє ефективно адаптуватися до складних середовищ. Крім того, інтеграція допоміжних опорних коліс із всеспрямованими роликами дозволяє уникати втрат енергії під час поворотів. Аналогічний підхід використано в дослідженні [2], де застосовано двоколісні роботи, що забезпечують гнучкість і стабільність руху.

Маніпулятори та захватні пристрої. Важливим компонентом робототехнічних систем є маніпулятори, що адаптуються до форми та розмірів переміщуваних об'єктів. У дослідженні [2] описано дворухомий маніпулятор з можливістю регулювання кута нахилу, що дозволяє здійснювати захоплення візків або контейнерів із мінімальними енергетичними затратами. Запропоновано використання матеріалів із високим коефіцієнтом тертя на робочих поверхнях захвату для надійного утримання вантажів. У роботі [3] розглядаються інтелектуальні маніпулятори, оснащені сенсорами та модулями адаптивного зчеплення, що дозволяють швидко змінювати параметри захвату залежно від типу вантажу.

Системи стикування та кооперації. Системи стикування забезпечують можливість кооперації кількох роботів у межах однієї логістичної операції. Використання пасивних шарнірів та самовирівнювальних механізмів дозволяє зменшити крутні моменти під час взаємодії роботів, що покращує стабільність перевезення вантажів у динамічному середовищі. В роботі [5] запропоновано механізми пасивного вирівнювання, які дозволяють кільком роботам автоматично стикуватися для сумісної роботи без втрати точності. Це суттєво покращує ефективність багатороботних систем.

Інтелектуальне керування. Інтелектуальні алгоритми керування відіграють критично важливу роль у забезпеченні точності переміщення. У дослідженнях [5] та [2] проаналізовано ефективність алгоритмів маршрутного планування, які використовують гібридні карти простору для пошуку оптимального шляху пересування. Такий підхід дозволяє мінімізувати витрати енергії та уникати перешкод у складних середовищах.

Висновки. Аналіз сучасних робототехнічних пристроїв для транспортно-логістичних систем показав, що вдосконалення механічної конструкції є ключовим фактором підвищення їхньої ефективності. Оптимізація мобільних платформ, використання адаптивних маніпуляторів і механізмів стикування сприяють зниженню втрат енергії та підвищенню точності виконання операцій. Перспективними напрямками



подальших досліджень є інтеграція роботів у єдині інформаційні системи логістики та вдосконалення механізмів адаптації до змінних умов експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Y. Hirata, Z. Wang, K. Kosuge (2023). Collaborative Trolley Transportation System with Autonomous Nonholonomic Robots. <https://arxiv.org/abs/2303.06624>.
2. Peijia Xie, Bingyi Xia, Anjun Hu, Ziqi Zhao, Lingxiao Meng, Zhirui Sun, Xuheng Gao, Jiankun Wang, Max Q.-H. Meng (2024). Autonomous Multiple-Trolley Collection System with Nonholonomic Robots: Design, Control, and Implementation. <https://arxiv.org/abs/2401.08433>.
3. Iqtiaar Md Siddique, Selim Molla, MD Rakib Hasan, Anamika Ahmed Siddique (2024). Deployment of Advanced and Intelligent Logistics Vehicles with Enhanced Tracking and Security Features. <https://arxiv.org/abs/2402.11829>.
4. В.В. Аулін, С.В. Лисенко, А.В. Гриньків, Д.В. Голуб, А.О. Головатий (2022).
5. Логістика постачання транспортних і виробничих підприємств, фірм, компаній. КНТУ. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/12160>.
6. Junjie Gao, Peijia Xie, Xuheng Gao, Zhirui Sun, Jiankun Wang, Max Q.-H. Meng (2023). Indoor Exploration and Simultaneous Trolley Collection Through Task-Oriented Environment Partitioning. <https://arxiv.org/abs/2309.11107>.

