

ДОДАТОК А
Апробація наукових досліджень

ЗАТВЕРДЖЕНО

Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами

Апробація наукових досліджень

АРКУШІВ 7

2023р.

Міністерство освіти і науки України
Харківський Національний Університет Радіоелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Керівник кваліфікаційної
роботи

доц. Бронніков А.І.

Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами
Апробація наукових досліджень

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

РОЗРОБИВ:

ст. гр. КТРСм-22-1

Цешевський В.В.

2023р.

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2023

<i>В.А. Савін</i>	
Класифікація роботизованих систем для пошуку вибухонебезпечних предметів	319
<i>М. Збітнєв</i>	
Аналіз мобільних робототехнічних платформ для гуманітарного розмінування	329
<i>В.А.Сторожук В.А., М.А. Вісковатов</i>	
Розробка інтелектуального модуля для моніторингу параметрів на базі ПоТ	334
<i>М.В. Толстий</i>	
Аналіз методів намотування дротів на станках з ЧПУ у роботизованому виробництві .	340
<i>В.В. Цешевський</i>	
Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами	354
<i>О.О. Зибенко</i>	
Інновації та досягнення в електророзерозійній обробці: формування комп'ютерно-інтегрованого виробництва	356
<i>К.О. Левченко</i>	
Моделювання автоматизованого комплексу безтарного сховища сировини	361
<i>О.Д. Нікулін</i>	
Конвеєрні технології та автоматизація у аддавативному виробництві	364
<i>Д.В. Пархоменко</i>	
Аналіз систем інжекції з'єднувальної речовини у технології 3D друку 3DP	370
<i>К.Є. Скрипник</i>	
Моделювання та розрахунок дозування пластику у шнековому екструдері	374
<i>С.Ю. Мірошніченко</i>	
Автоматизована система управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів	381
<i>В.Є. Тараненко</i>	
технологія екструзійного 3D друк без підтримок	386
<i>Є.О.Зуєв, М.Ю. Лучанінов</i>	
Дослідження методів автономного позиціонування та навігації робототехнічних мобільних платформ	390
<i>О.С. Пащенко, К.О. Зозуля</i>	
Сучасне виробництво з використанням комп'ютерного управління та інформаційних технологій	394
<i>Є.Г. Федосєєв</i>	
Аналіз методів імітаційного моделювання технологічних процесів складання	401
<i>К.С. Редькін</i>	
Локальна навігація мобільного робота в приміщенні	404

ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ РОБОТІВ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ СХОДАМИ

В.В. Цешевський

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: valerii.tseshevskiy@nure.ua

У даній статті було розглянуто та проаналізовано сучасні конструктивні схеми роботів, призначених для переміщення сходами. Такі роботи мають широкий спектр застосувань у різних секторах, включаючи логістику, промисловість, домашні обов'язки, а також допомогу людям з обмеженими можливостями руху.

Ключові слова: робототехніка, переміщення сходами, конструктивні схеми, транспортування важкого обладнання, промислова автоматизація.

REVIEW OF MODERN CONSTRUCTIVE SCHEMES OF ROBOTS FOR STAIR CLIMBING

V. Tseshhevskiy

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: valerii.tseshevskiy@nure.ua

This paper aims to review the modern constructive schemes of robots designed for stair climbing. These robots have wide applicability in various sectors, including logistics, industrial applications, household chores, and in assisting people with mobility impairments.

Keywords: robotics, stair traversal, design schemes, heavy equipment transportation, industrial automation

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. За останні роки розвиток передової робототехніки значно вплинув на різні сектори світової економіки, включаючи охорону здоров'я, виробництво та логістику. Ця стаття фокусується на промисловому секторі, а саме на розробці робота, призначеного для переміщення важкого обладнання сходами. Питання є надзвичайно важливим через поширену практику ручного переміщення важкого обладнання, яке часто призводить до професійних травм та неефективності. Поточні способи переміщення важкого обладнання сходами в основному залежать від ручної праці, що створює значні ризики для здоров'я, включаючи захворювання опорно-рухового апарату, і пов'язані з високими витратами через компенсацію працівникам і втрату продуктивності. Потреба в більш безпечних та ефективних рішеннях привела до дослідження робототехніки як засобу зменшення цих ризиків, покращення ефективності та потенційної революції в процесі переміщення важкого обладнання.

ВСТУП. При розробці робота для пересування сходами найважливіше – ще обрати найкращий механізм підйому по сходах. Проектування механізму підйому по сходах безпосередньо вплине на вартість, стабільність, складність керування та енергоспоживання робота. Тому аналіз механізмів підйому по сходах – це дуже важлива стадія у розробці робота для пересування сходами.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ СХОДАМИ. Усі механізми що зустрічаються у сучасній літературі можна класифікувати на п'ять категорій: на базі гусениць, на

базі ніг, на базі двох груп коліс, на базі більшої кількості груп коліс, та гібридні механізми підйому по сходах.

Механізм підйому по сходах на базі гусениць[1]: Зовнішні зуби гусениці сильно натискають на гострий кут сходинки, а мотори, що приводять у рух приводні колеса гусениці, змушують їх обертатися вздовж внутрішньої поверхні гусениці (рисунок 1).

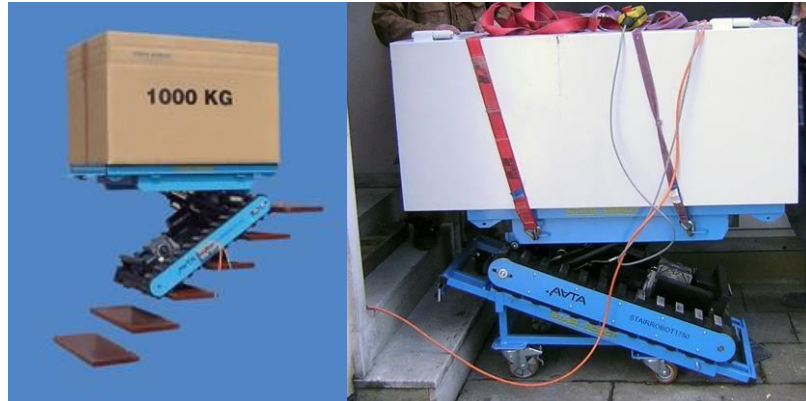


Рисунок 1 – Гусеничний механізм

Механізм підйому по сходах на базі ніг[2]: Цей тип механізму підйому по сходах виник з імітації технік підйому по сходах людей та тварин, використовуючи ноги та ступні для ходьби по різних сходинках, що сприяє ефективному та стабільному підйому по сходах (рисунок 2).



Рисунок 2 – Механізм з артикульованими ногами

Механізм підйому по сходах на базі двох груп коліс: Група коліс - це компонент з кількома колесами, рівномірно розподіленими в одній площині навколо спільного центру. Групи коліс зазвичай мають від двох до чотирьох коліс, як показано на рисунку 3.



Рисунок 3 – Варіанти груп коліс

Використовуючи механізм підйому по сходах, колеса обертаються навколо центральної осі групи коліс та пересувають усю конструкцію вгору або вниз по сходах (рисунок 4).

Механізм підйому по сходах на базі чотирьох або більшої кількості груп коліс. Відрізняється від попереднього кращою стабільністю (рисунок 5).



Рисунок 4 – Механізм підйому по сходах на базі двох груп коліс



Рисунок 5 – Механізм підйому по сходах на базі чотирьох або більшої кількості груп коліс

Гібридні механізми підйому по сходах з колесами та ногами [5]: Механізму такого типу для підйому по сходах використовують комбінацію спеціальних механізмів деформації корпусу або артикульованих ніг та колісного механізму руху і визначаються в цій статті як гібридні механізми підйому по сходах. Він має більш складну механічну структуру та метод керування (рисунок 6).

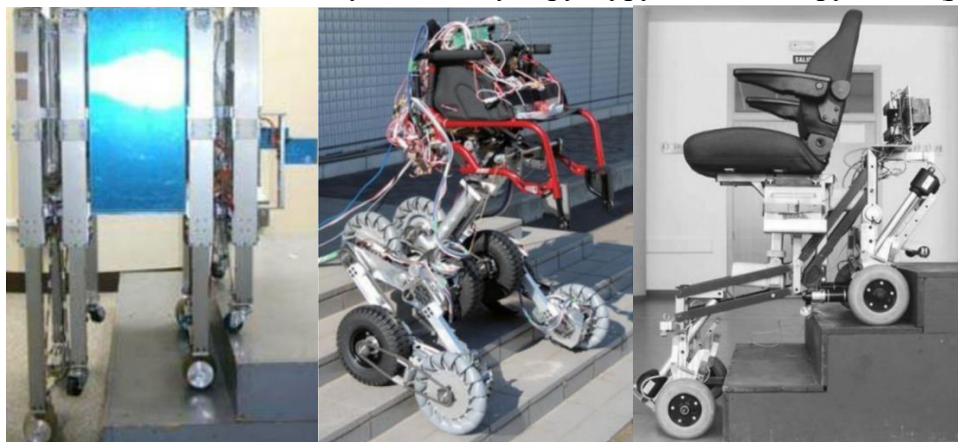


Рисунок 6 – Гібридні механізми підйому по сходах з колесами та ногами

2 ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ СХОДАМИ. Порівняння існуючих конструктивних схем переміщення сходами виконано у таблиці 1.

На практиці, єдиною схемою що знайшла застосування у промисловості є гусенична. Нідерландська компанія «ААТА International» випускає серію роботів SR з різним максимальним навантаженням та поставляє їх у 19 країн світу. Вочевидь це зв'язано з великою конструктивною складністю усіх інших конструктивних схем що унеможливило їх рентабельне застосування у промисловості. З цього можна зробити висновок що для робота для пересування сходами треба обирати конструктивну схему яка буде не набагато складніша ніж гусенична.

Таблиця 1 – Порівняння конструктивних схем переміщення сходами.

Схема	Переваги	Недоліки
Гусенична	Відносно простий. Велика швидкість на горизонтальній поверхні. Може пересуватись нерівною горизонтальною поверхнею.	Потребує додаткових пристроїв для початку та кінця руху сходами.
Артикульована нога	Стабільність при пересуванні сходами.	Дуже складна та дорога конструкція. Мала швидкість на горизонтальній поверхні.
З двома кластерами коліс	Компактність. Висока швидкість на горизонтальній поверхні.	Нестабільність під час пересування сходами.
З чотирьома або більшою кількістю кластерів коліс	Стабільність при пересуванні сходами. Висока швидкість на горизонтальній поверхні.	Великі габарити у довжину та висоту. Через великі габарити вага також велика.
Гібридний	Стабільність при пересуванні сходами та висока швидкість на горизонтальній поверхні.	Не дуже поступається конструкціями з артикульованими ногами за складністю.

ВИСНОВКИ. В даній статті було надано огляд сучасних конструктивних схем механізмів призначених для переміщення сходами, були порівняні різні конструктивні схеми та розглянуто їх переваги та недоліки, що допоможе при виборі конструктивної схеми робота для пересування сходами.

ЛІТЕРАТУРА

1. AATA International, STAIR ROBOT SR-1750 HEAVY DUTY; URL: <https://aata.nl/en/sr-1750/>(дата звернення: 30.09.2023)
2. Sugahara, Y.; Ohta, A.; Hashimoto, K.; Sunazuka, H.; Kawase, M.; Tanaka, C.; Lim, H.-o.; Takanishi, A. Walking up and down stairs carrying a human by a biped locomotor with parallel mechanism. In Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Edmonton, AB, Canada, 2–6 August 2005; pp. 1489–1494.
3. Yu, S.; Wang, T.; Li, X.; Yao, C.; Wang, Z.; Zhi, D. Configuration and tip-over stability analysis for stair-climbing of a new-style wheelchair robot. In Proceedings of the IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, ICMA (2010), Xi'an, China, 4–7 August 2010; pp. 1387–1392.
4. O. Tsymbal and A. Bronnikov, "Collaborative Decision-Making Models for Flexible Manufacturing Robotic System," 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 01-06, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005640.
5. Yuan, J.; Hirose, S. Research on leg-wheel hybrid stair-climbing robot, Zero Carrier. In Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, Shenyang, China, 22–26 August 2004; pp. 654–659.
6. Бронніков Артем Ігорович. Моделі та методи адаптивного візуального керування роботами : дис. ... канд. тех. наук : 05.13.07 / Бронніков Артем Ігорович. – Харків, 2021. – 222 с. – Бібліогр. : с. 93–113.

***Рецензент:** Бронніков Артем Ігорович, доц. кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки, кандидат технічних наук.*

ДОДАТОК Б
Демонстраційний матеріал

ЗАТВЕРДЖЕНО

Розроблення комп'ютерної моделі крокуючої мобільної платформи для
переміщення сходами

Демонстраційний матеріал

АРКУШІВ 38

2023р.

Міністерство освіти і науки України
Харківський Національний Університет Радіоелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Керівник кваліфікаційної
роботи

доц. Бронніков А.І.

Розроблення комп'ютерної моделі крокуючої мобільної платформи для
переміщення сходами
Демонстраційний матеріал

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

РОЗРОБИВ:

ст. гр. КТРСм-22-1

Цешевський В.В.

2023р.

