



The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

KITAM

2022

COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2022

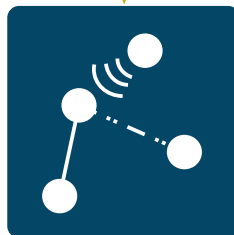
(Part 1)



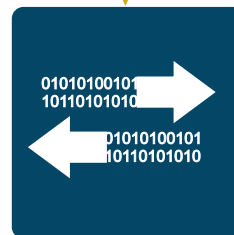
Industry 4.0



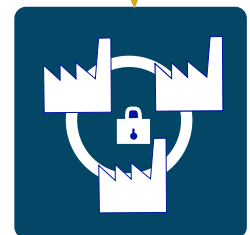
Digital control
life cycle



Distributed Computer
Systems



Fast
integration and
flexible
configuration

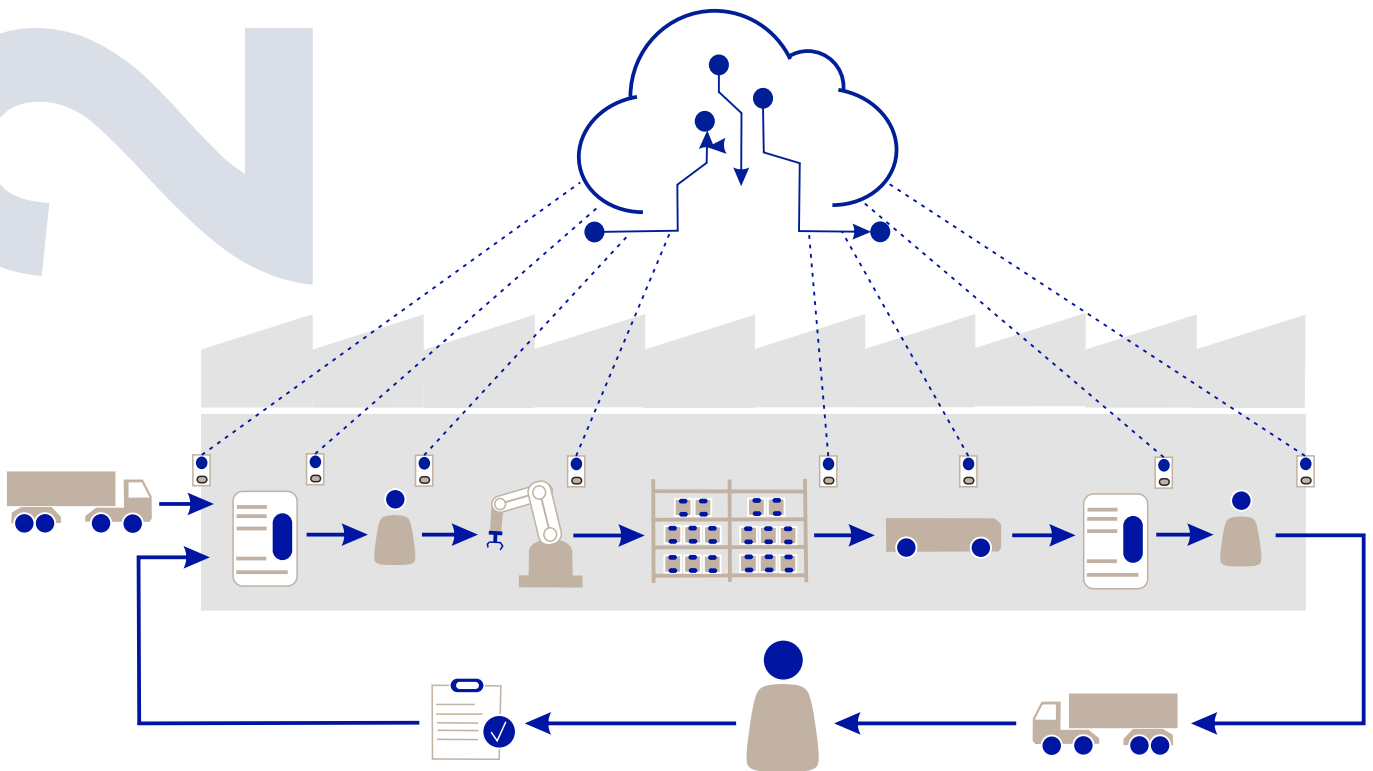


Cyber-physical
system

2022

ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2022
(Випуск 1)
[електронне видання]



Industry 4.0

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».
Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2022) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Вип. 1. – 185с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2022 Part 1 (Key infrastructure 2022) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Elektronik [electronic edition], 2022. – 185p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Науково-технічної ради
секції 3 «Автоматизація та приладобудування»
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 17 від 30.05.2022

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2022 рік

ЗМІСТ

<i>Альохіна М. М.</i> Визначення переваг у виробничих рекомендаційних системах	7
<i>Белов П. О., Стеценко К. В.</i> Навігація та управління мобільним роботом	11
<i>Білошапка І.В.</i> Розробка макету пристрою сенсibilізації окулярів для людей з обмеженими можливостями	15
<i>Бондарев А.М.</i> Розроблення структури автоматизованої системи моніторингу на виробництві	19
<i>Бузніков В.Р.</i> Особливості проведення автоматизованого кросбраузерного тестування вебдодатка підприємства	24
<i>Велет А.В.</i> Розроблення структури автоматизованої системи контролю доступу робітників до виробничого обладнання	28
<i>Гончаренко В. О.</i> Оптимізація топологічної структури системи виробничого моніторингу	34
<i>Дерев'янку І.І., Бондарев С. Г.</i> Сервіс орієнтований підхід в управлінні виробництвом	38
<i>Долгуля А.В.</i> Зооморфні роботи	44
<i>Коротун Є.В.</i> Формування структури фреймворку для автоматизованого тестування вебресурсу підприємства	48
<i>Пивовар А. Р.</i> Мобільні навчальні додатки	53
<i>Редько М. В.</i> Аналіз компонентів ERP-системи автоматизованого планування виробництва лікарських засобів	57
<i>Савін В.А.</i> Розробка макета автоматизованого допопіжного транспортного засобу інтегрованого виробництва	60
<i>Скрипник К.Є.</i> Види екструдерів та їх різновиди	65
<i>Скрипник К., Оболонник М.</i> Аналіз систем екструзії для 3D друку декількома матеріалами за технологією FFF/FDM	70
<i>Ищенко М. Д., Білоус М. Ю.</i> Аналіз інформаційних систем на виробництві	75
<i>Конєва А. І.</i> Перспективи розвитку робототехніки у сфері послуг	81
<i>Поддубняк І. А.</i> Аналіз сучасних структурних особливостей гусеничних роботів	85
<i>Коноваленко К.А.</i> Розробка протезу руки з м'язовими датчиками	90
<i>Леонов Ю.С.</i> Розробка модуля кварцування для медичних приміщень	94

<i>Самсонова С.В.</i>	
Аналіз методів автоматизації складської логістики виробничого підприємства	98
<i>Іщенко М. Д., Білоус М. Ю.</i>	
AGILE методологія створення програмного забезпечення	103
<i>Д'яченко С.Ф.</i>	
Аналіз основних принципів застосування LIDAR в автономній робототехніці	107
<i>Реука Є. В.</i>	
Розробка програмного модуля для адаптивного візуального керування	116
<i>Синельник М.Д.</i>	
Використання мікропроцесорних засобів під час операції шліфування кремнієвих та металічних пластин	123
<i>Чернишенко О. В.</i>	
Виділення підмножин ефективних варіантів при проектуванні виробничих технологічних процесів	131
<i>Чеснаков Б.О.</i>	
Розробка автоматизованого модуля сигналізації на основі розподіленої системи датчиків	135
<i>Швець В.О.</i>	
Розробка структури автоматизованої системи моніторингу температури та задимленості в приміщенні	139
<i>Колубай Б.Я.</i>	
Аналіз рівнянь динаміки кінематичних та динамічних характеристик компонентів маніпулятора	145
<i>Канаєв В. Д.</i>	
Необхідність розробки моделі автоматизованого клапану перемикача трубопровідної магістралі	155
<i>Ставрінов В. В.</i>	
Область застосування датчиків параметрів тиску	159
<i>Дерев'янка І., Буць Д.</i>	
Модуль автоматизованого освітлення	162
<i>Стеценко К. В., Белов П. О.</i>	
Сенсори для орієнтації і параметрів руху	166
<i>Ткачов М.Р., Ахмад Д.Х., Візір Ю.С.</i>	
Дослідження перехідних процесів в релейній слідкуючій системі з астатизмом другого порядку	170
<i>Ахмад Д.Х., Ткачов М.Р., Візір Ю.С.</i>	
Дослідження впливу різних типів нелінійностей на перехідні процеси та автоколивання слідкуючої системи	174
<i>Візір Ю.С., Ахмад Д.Х., Ткачов М.Р.</i>	
Дослідження багатовимірної системи автоматичного управління із запізненням	179
<i>Алфавітний список</i>	184

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГУСЕНИЧНИХ РОБОТІВ

І. А. Поддубняк

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: illia.poddubniak@nure.ua

Анотація: У даній статті розглянуті та проаналізовані застосування дев'яти варіантів гусеничних стрічок у проектах сучасній робототехніки, в результаті визначені переваги та недоліки кожної конструкції. Кратко розглянуто особливості та галузі використання кожної конструкції. Проведений аналіз формує сильні сторони гусеничних роботів, що є передумовою для розробки нової конструкції роботів.

Ключові слова: робототехніка, застосування, гусеничний, мобільний, робот.

ANALYSIS OF MODERN STRUCTURAL FEATURES OF CATERPILLARS

I. Poddubniak

Kharkiv Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: illia.poddubniak@nure.ua

Abstract: This article discusses and analyzes applications of nine versions of crawler belts in modern robotics projects, resulting in advantages and disadvantages of each design. Features and use areas of each design are briefly considered. The analysis forms strengths of crawler robots, which is prerequisite for developing new design of robots.

Key words: robotics, application, crawler, mobile, robot.

Ключовими технологічними трендами є робототехніка [1]. Актуальність використання гусеничних стрічок для пересування роботів полягає в тому, що у сучасності функціонал робототехнічних систем може бути потрібен не тільки у зонах стійких та горизонтально плоских поверхень (де для пересування достатньо звичайних колісних шасі), а й в умовах типу складної території змішаного типу з перешкодами та нестандартним ґрунтом, де гусеничне шасі має найоптимальніший баланс між ціною обслуговування, енергоспоживанням, нескладністю введення у робототехнічну систему та змогою підкорювати велику кількість різних типів місцевості. Тому тема роботи є актуальною.

Так як гусенична («танкова») стрічка – це тип конструкції для рушійної системи, то її область використання – це мобільні роботи, що пересуваються по поверхням або крізь воду. Конструкційно гусеничні стрічки у танкових рушіях дещо схожі на конвеєри, шліфувальні станки тощо, але вони розглядаються окремо.

Варіанти конструкцій гусеничних роботів (ГР) на рис. 1, а, б [2, 3].

Розглянемо стандартний варіант конструкції VIA5 та LT2-F від дослідників з Австралії [2] та конструкція Modified HD2 ATR від дослідників з Мексики [3]. Недоліки та переваги – спільні для більшості інших різновидів гусеничних шасі. В ході проведеного аналізу визначені наступні переваги: компактність, легкість функціонування прі різних розмірах імплементації, стабільність та збалансованість конструкції, дуже гарні швидкість та здатність долати перешкоди та неоднакові типи ґрунту (що у природних умовах помітно зменшує залежність від сприятливих логістичних умов) за відносно невелике енергоспоживання.

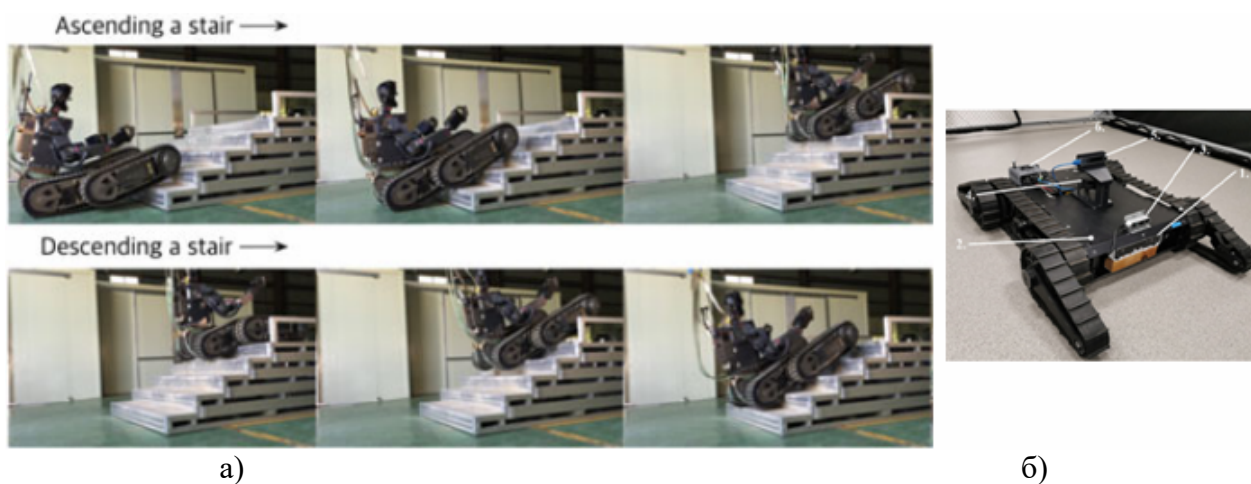
До недоліків можна віднести: неможливість руху у бік без попереднього повертання, нездатність стрибати чи долати вертикальні перешкоди за типу високих сходів чи стін, відносно більша важкість, відносна складність конструкції рушія в порівнянні з колісним рушієм (ремонт та обслуговування від цього є дорожчим та складнішим), в залежності від

типу самої стрічки може залишати помітні сліди чи навіть пошкодження на неміцних поверхнях.



а) б)
Рисунок 1 – Гусеничні роботи:
а) Робот BIA5, LT2-F; б) робот Modified HD2 ATR

Розглянемо конструкцію ГР з додатковими «ніжками» зі стрічками – за приклади є взятими HURCULES від дослідників з Південної Кореї [5], та платформа Jaguar V4 з модифікаціями від дослідників з Латвії (рис. 2, а, б) [6].



а) б)
Рисунок 2 – Гусеничні роботи:
а) HURCULES; б) Jaguar V4 з модифікаціями

Виявлені основні переваги таких конструкцій ГР: поліпшена маневреність, стабільність та здатність здолати такі вертикальні перешкоди, як сходи, та здатність підйому корпусу вгору.

До недоліків можна віднести: менша компактність, більші енергоспоживання, складність конструкції та вага.

Іншим варіант ГР конструкції є робот з «веслами», який, як був успішно випробуваний для автономної амфібійної доставки вантажів (рис. 3) [7].



Рисунок 3 – Робот Ultra Heavy-Lift Amphibious Connector (UHAC)

Визначені такі переваги: здатність пересуватися по суші та по воді, краща швидкість та нижча вартість обслуговування, ніж в багатьох вантажних суднів схожої ваги з вантажопідйомністю такого ж класу.

До недоліків можна віднести: менша швидкість на суші та більша вартість обслуговування у порівнянні із стандартними сухопутними гусеничними рушіями.

Наступна конструкція ГР – гібридна конструкція «колесо-трак» з трансформацією на основі з'єднання шости важелів – RHMBot від дослідників із КНР та Великої Британії (рис. 4) [8].

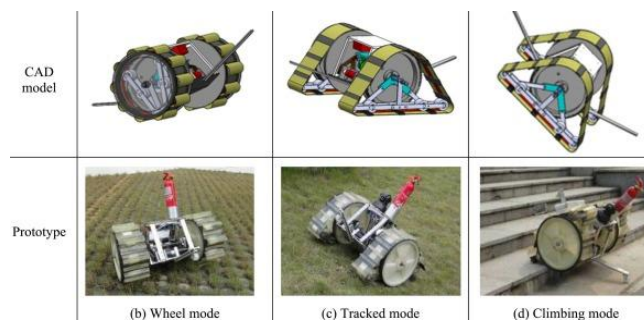


Рисунок 4 – Гібридний робот RHMBot

До переваг віднесемо: компактність, здатність переключення на переваги коліс (швидкість на дорогах) чи на переваги гусеничних стрічок з обертанням (здолання невисоких вертикальних перешкод).

До недоліків віднесемо: складність конструкції та обслуговування.

Схожий варіант ГР – розглянутий іншими дослідниками з КНР. На рис. 5 наведено конструкція колесо-стрічка з двома видами трансформації та трьома видами пересування [9].

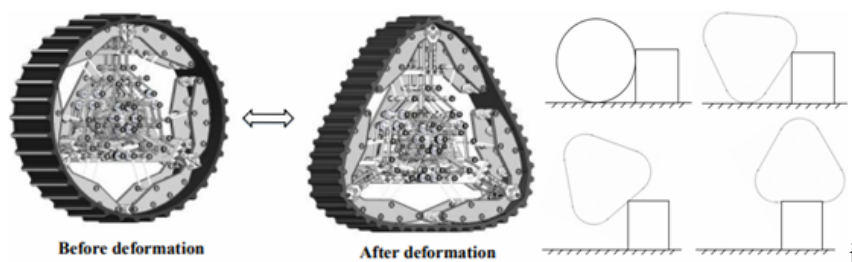


Рисунок 5 – Конструкція колесо-стрічки з двома видами трансформації та трьома видами пересування

Визначимо наступні переваги такої конструкції ГР: здатність переключення на переваги коліс (швидкість на дорогах), на переваги трикутних гусеничних стрічок (пересування по несприятливому ґрунту) чи на переваги повертучого трикутника (проходження по невисоким вертикальним перешкодам), та у порівнянні з типу RHMBot – ще більша компактність.

До недоліків віднесемо: більш складні конструкції та обслуговування (у порівнянні з типу RHMBot).

Розглянемо варіант гібридної конструкції «нога-колесо-трак» – WheTLHLoc від дослідників з Італії (рис. 6) [10].

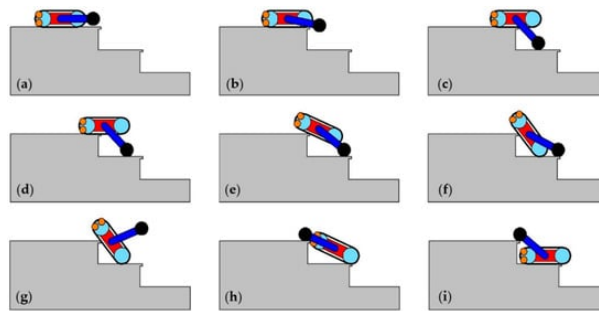


Рисунок 6 – Робот WheTLHLoc

До переваг відносяться: поліпшена маневреність щодо проходження вертикальних перешкод.

До недоліків відносяться: гірша компактність та більша вартість обслуговування.

Наступна конструкція “MultiTrack”, що завдяки вакумних присосок може пересуватися по горизонтальних поверхнях, від дослідників із Південної Кореї (рис. 7) [11].

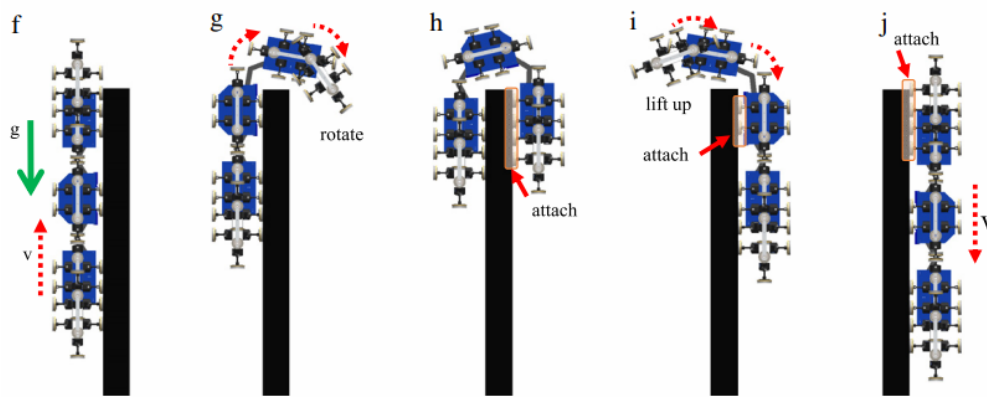


Рисунок 7 – Робот MultiTrack

До переваг відносяться: мобільність, здатність пересування по горизонтальним поверхням, відносно невеликі обмеження щодо ваги.

До недоліків відносяться: складність конструкції та обслуговування, обмежені можливості додаткових модифікацій зовні корпусу, відносно невелика швидкість.

Ще одним варіантом гібридної змієподібної конструкції за принципом гусеничних траків – MOTHERSHIP від дослідників з США (рис. 8) [12].

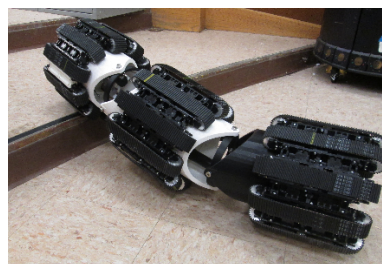


Рисунок 8 – Робот MOTHERSHIP

Переваги таких конструкції є: компактність по висям X та Y, дуже гарна мобільність та потенціал проходити вертикальні перешкоди, є здатність транспортувати вантаж усередині конструкції, є здатність пересування по вузьких тунелях та – за наявності бура хоча б на одному з кінців – крізь ґрунт.

Недоліками таких конструкцій є: складність конструкції та обслуговування, обмежені можливості додаткових модифікацій зовні корпусу.

Розглянемо варіант конструкції ГР з клейкими еластомерними стрічками та хвостом для балансування та опори, завдяки котрим робот може пересуватися по горизонтальним поверхням – Tankbot від дослідників із Туреччини та США (рис. 9) [13].

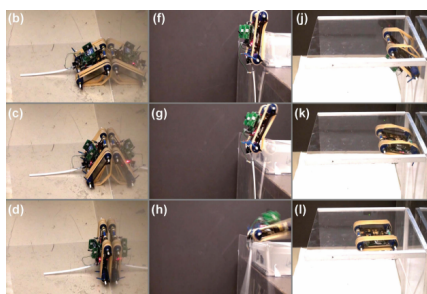


Рисунок 9 – Робот Tankbot

Перевагами таких конструкцій ГР є: невелика ціна імплементації, нескладність конструкції, можливість пересування по горизонтальним поверхням.

Недоліками таких конструкцій ГР є: підходить тільки для легких та невеличких конструкцій (дослідники вказують, що вага найважчого з макетів не перевищує 150 грамів, а макет вагою 115 грамів може нести тільки до 300 грамів додаткового вантажу), хвіст може заважати при повертанні у вузьких коридорах, та самі такі еластомерні стрічки не дуже міцні та можуть бути пошкоджені гострими перешкодами.

Таким чином, в результаті проведеного аналізу сучасних конструкцій ГР, варто зробити висновок, що для мобільних роботів з рушіями на базі гусеничних стрічок, як й для інших, треба використовувати ті підвиди трекових рушіїв, які найоптимальніше підходять до задач та умов використання тих чи інших певних робототехнічних систем. Так, наприклад, немає сенсу використовувати гусеничні клейкі еластомерні рушії для операції з транспорту важкого вантажу крізь річку, чи використовувати змієвидні платформи для швидкого пересування тільки по плоских дорогах, чи намагатися використовувати стандартне танкове шасі для пересувань вгору по високих сходах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sotnik, S., et al. Some features of route planning as the basis in a mobile robot // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 8(5), May 2020, 2074 - 2079.
2. Hudson N. Heterogeneous Ground and Air Platforms, Homogeneous Sensing // Team CSIRO Data61's Approach to the DARPA Subterranean Challenge. – 2021.
3. Villaseñor, C., et al. Germinal center optimization applied to neural inverse optimal control for an all-terrain tracked robot // Applied Sciences. – 2017. – P. 31.
4. Hou, Y., et al. Research on Application of Wheels with External Track Technology under Soft Road Condition // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. – 2020. – p. 012134.
5. Choi, B., et al. Development and control of a military rescue robot for casualty extraction task // Journal of Field Robotics. – 2019. – p. 656-676.
6. Ahluwalia, V., et al. Construction and benchmark of an autonomous tracked mobile robot system // Robotic Systems and Applications. – 2022 – 2.1.
7. Kline, J., et al. The Captive Air Amphibious Transporter (CAAT) an enabler for Ultra-Heavy lift Amphibious Logistic Operations in Extreme Environments // OTC Arctic Technology Conference. OnePetro. – 2012.
8. Luo, Z., et al. A reconfigurable hybrid wheel-track mobile robot based on Watt II six-bar linkage // Mechanism and Machine Theory. – 2018. – p. 16-32.