

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РОБОМОБІЛІВ

Навроцький С.П., магістрант, Кабацков О.В., студент, Приймак Б.І., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. На сьогодні розвиток електротранспорту відбувається високими темпами. З'являється велика кількість різноманітних електромобілів, які змінюють різні сфери життєдіяльності людини. Звичайні авто на двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) за багатьма показниками вже поступаються електромобілям та робомобілям. Сучасні технології дозволяють розробляти робомобілі, які призначені для виконання різноманітних завдань.

Мета роботи – оглянути та порівняти сучасні моделі робомобілів, зробити висновки щодо тенденцій їх розвитку.

Матеріали і результати досліджень. Майже всі світові виробники автомобілів розробляють свої моделі електромобілів та систем керування ними. Існуючі технології дозволяють розробляти електромобілі, які здатні у перспективі повністю замінити авто з ДВЗ. Також створюються безпілотні електромобілі – робомобілі, в яких зменшується або зовсім зникає потреба участі людини у процесі керування.

Сучасна класифікація робомобілів містить 6 рівнів [1].

- Рівень 0. Ніякої автоматизації, водій виконує всю роботу.
- Рівень 1, «*hands on*» – «допомога водію». Водій і система разом керують автомобілем. Приклад: водій кермує, а система регулює потужність двигуна, зберігаючи задану швидкість (круїз-контроль) або регулює потужність двигуна і управляє гальмом. Іншим прикладом є автоматичне паркування (*automatic parking*), коли швидкість визначається водієм, а кермування автоматичне.

- Рівень 2, «*hands off*» – «часткова автоматизація». Система повністю управляє автомобілем, здійснюючи прискорення, гальмування і кермування. Водій стежить за їздою і готовий втрутитися в будь-який момент, якщо система не може правильно відреагувати. Незважаючи на назву «*hands off*», такі системи часто вимагають від водія тримати руки на кермі, як підтвердження готовності втрутитися.

- Рівень 3, «*eyes off*» – «умовна автоматизація». Від водія не потрібно негайної реакції. Він може, наприклад, писати повідомлення або дивитися фільм. Система сама реагує на ситуації, що вимагають негайних дій, таких як екстрене гальмування. Від водія вимагається готовність втрутитися в перебіг протягом якогось обмеженого часу, визначеного виробником.

- Рівень 4, «*mind off*» – «широка автоматизація». Відрізняється від рівня 3 тим, що від водія не потрібно постійної уваги. Наприклад, він може лягти спати або покинути місце водія. Повністю автоматичне водіння здійснюється лише в деяких просторових областях (геозонах) або в деяких ситуаціях,

наприклад, в заторах. Поза таких місць або ситуацій система здатна припинити водіння і припаркувати машину, якщо водій не взяв керування на себе.

- Рівень 5, «*steering wheel optional*» – «повна автоматизація». Ніякого людського втручання не потрібно.

На даний момент більшість виробників досягли від 2-го до 4-го рівня. Але деякі компанії, наприклад *Waymo*, вже розпочали випробування систем 5-го рівня.

Одним з найперспективніших напрямків розробки робомобілів є роботи-кур'єри. На рис. 1 показано основні елементи робота-кур'єра [2].

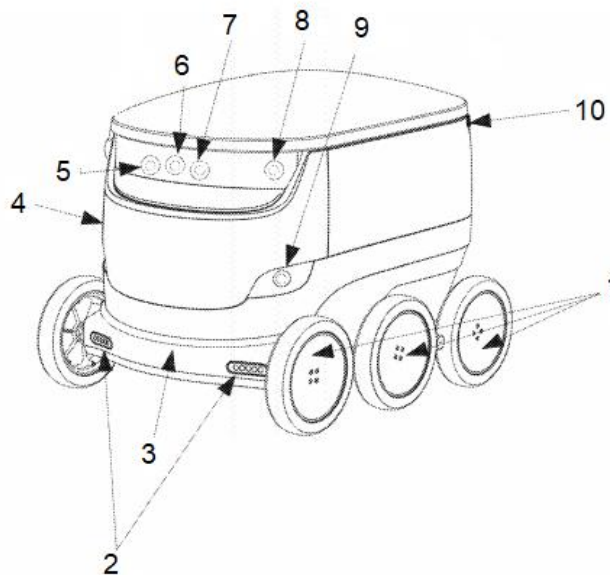


Рисунок 1 – Загальний вигляд робота-кур'єра: 1 – колеса; 2 – ультразвукові давачі; 3 – корпус; 4 – кришка блоку управління; 5 – інфрачервоний давач 1; 6 – передня камера; 7 – інфрачервоний давач 2; 8 – боковий інфрачервоний давач; 9 – бокова камера; 10 – задня камера.

Нижче у таблиці 1 наведено порівняння технічних характеристик уже введених в експлуатацію робомобілів [3-8]. Тут застосовано позначення: ІЧ – інфрачервоний, УЗ – ультразвуковий, GPS – *Global Position System*.

Як видно з таблиці, розвиток індустрії призводить до збільшення відстаней та вантажу, який необхідно доставити. Це пояснюється застосуванням більш нових алгоритмів керування, використанням більш ефективних акумуляторів, та конструктивними рішеннями робота, що призводить до зменшення його загальної маси.

Слід очікувати, що наземні мобільні роботи будуть все частіше використовуватися в сегменті міжміської доставки і в сегменті доставки на останніх кілометрах. Це призведе до зниження вартості доставки у порівнянні з використанням кур'єрів-людей. У підсумку знизиться собівартість надання послуги, що послужить додатковим стимулом для впровадження таких пристроїв.

Таблиця 1 – Технічні дані сучасних роботів-кур'єрів

№	Назва робота	Максимальна відстань доставки	Максимальний об'єм вантажу	Максимальна швидкість	Давачі системи керування
1	NURO R1	100 км	5м ³	40 км/год	GPS, лідар, камери, УЗ давач
2	Postmates unveils	40 км	1м ³	7 км/год	Лідар, камери, GPS, УЗ давачі
3	Marble	20 км	0,5м ³	10 км/год	Лідар, камери, 3D-карти
4	DRU	32 км	0,5м ³	20 км/год	Лазерні давачі, камери, GPS
5	REV-1	10 км	0,4м ³	24 км/год	12 камер УЗ, радар, GPS
6	Starship	5 км	0,8 м ³	6,5 км/год	9 камер, ГЧ, УЗ давачі, GPS

Але окрім очевидних плюсів, наявні й серйозні проблеми. Для масового впровадження ще немає потужностей виробництва, а більшість роботів все ще досі залишаються концептами. Найголовнішою проблемою залишається система навігації даних роботів, та їх реакція на раптове появлення перешкод.

Роботи не вимагають складної інфраструктури, витривалі і показують ефективність в малоповерхових регіонах але теж мають недоліки. Основними недоліками є наступні.

- Залучення людини, навіть якщо частину функцій на себе бере робот.
- Вартість оснащення штучним інтелектом такого пристрою поки ще висока, але досягне прийнятних значень в найближчі 3 роки.
- Швидкість, це, мабуть, ключовий недолік – рухатися по тротуару швидше ніж 15 км/год не вийде з міркувань безпеки пішоходів.

Без заміни сучасних елементів живлення на більш ефективні, електромобілям досі немає можливості конкурувати з автомобілями на ДВЗ у випадку великих відстаней. Вже зараз проходить тестування нових типів літій-іонних батарей та використання суперконденсаторів. Багато фахівців вважають, що майбутнє за графеновими акумуляторами. У компанії *Graphenano* розробили акумулятор *Grabat*, який може забезпечити запас ходу електромобіля до 800 км, а швидкість заряджання/розряджання в 33 рази вищу, ніж у літій-іонних акумуляторах, що є необхідним для забезпечення високої динаміки під час розгону/гальмування електромобілів [9].

Висновки. Технічні характеристики робомобілів з кожним роком покращуються. Значні перспективи має застосування джерел живлення на основі графенових акумуляторів. У найближчі роки очікується створення передовими компаніями низки типів робомобілів з системами керування 5-го рівня. Удосконалена система керування асинхронним двигуном робомобіля, яка

дозволяє отримати поліпшені динамічні характеристики у зоні високих швидкостей, незабаром буде представлена в магістерській дисертації на кафедрі АЕМС-ЕП.

Перелік посилань

1. Класифікація робомобілів [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving_car.l (дата запиту: 17.11.19).
2. Патент робомобіля [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.freepatentsonline.com/20180024554.pdf> (дата запиту: 17.11.19).
3. Робот Postmates unveils [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://techcrunch.com/2018/12/13/postmates-robot-serve/> (дата запиту: 17.11.19).
4. Робот Starship [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.engadget.com/2019/04/10/starship-robots-50000-deliveries/> (дата запиту: 17.11.19).
5. Порівняння робомобілів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://robhunter.com/news/roboti-kureri-ot-starship-technologies-budut-dostavlyat-zakazistudentam> (дата запиту: 17.11.19).
6. Робот REV1 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.digitaltrends.com/cars/the-rev-1-delivery-robot-is-fast-enough-to-hit-the-bikelane/> (дата запиту: 17.11.19).
7. Робот Nuro R1 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mensgear.net/2018/10/nuro-r1-driverless-food-delivery-van.html> (дата запиту: 17.11.19).
8. Робот DRU [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://newatlas.com/dru-dominos-new-zealand-pizza-delivery-robot/42357/> <https://mensgear.net/2018/10/nuro-r1-driverless-food-delivery-van.html> (дата запиту: 17.11.19).
9. Розвиток акумуляторів для робомобілів [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.2000.ua/v-nomere/aspekty/avtosalon_aspekty/tendencii-razvitija-tehnologij-akb-dlja-jelektromobilej.htm (дата запиту: 17.11.19).