

**Р.О. Мощанець**

**А.В. Жарков**

# **ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС АВТОПІЛОТ**

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

*Досліджено принцип роботи та приклади використання програмно-апаратного комплексу автопілота на прикладі автомобілів Tesla.*

**Ключові слова:** автопілот, автомобіль, Tesla, радар, лідар, сенсори, інфраструктура.

## **Abstract**

*The principle of operation and examples of using the autopilot software and hardware complex on the example of Tesla cars are investigated.*

**Keyword:** autopilot, car, Tesla, radar, lidar, sensors, infrastructure.

## **Вступ**

Упродовж багатьох років людство намагається якомога більше покращити собі життя шляхом його спрощення. Але хто міг уявити, що у 21 столітті автомобілі зможуть пересуватись майже без втручання водія? Система автопілота дозволяє використовувати цю функцію на електромобілях.

## **Результати дослідження**

Машина без водія - ідей та проектів чимало, тож боротьба за лідерство на ринку лише розпочинається. Перші прототипи безпілотних автомобілів уже випробовують, але зовсім без людини вони ще не можуть впоратися. Світовий прогрес не стоїть на місці, тому автомобілі, автобуси, безпілотні таксі, колісні дрони для служби доставки – сьогодні все частіше можна почути про подібні речі.

Автопілот - пристрій або програмно-апаратний комплекс, що керує транспортним засобом за певною, заданою йому траєкторією. Насправді, водії вже давно користуються частково автономними транспортними засобами. Деякі функції, якими обладнені сучасні автомобілі, не вимагають втручання людини. Круїз-контроль – це вже доволі висока система автоматизації, а загалом до самостійних систем можна віднести навіть функцію вмикання світла при відчиненні дверей автомобіля.

Визначення «автопілот» довгий час залишалося досить загальним. Не так давно, коли на дороги виїхала перша Tesla Model S, стала очевидною потреба у кількох важливих речах: створенні інфраструктури та законодавчої бази для подібної техніки, а також кваліфікації подібного транспорту з системами автономного управління.

Повністю автоматизований транспорт займатиме значну частку серед пересувних засобів на дорогах світу вже у 2025-2050 роках. Це означає, що автомобілі будуть не лише пересуватися самостійно, але й зможуть “спілкуватимуться” між собою за допомогою систем типу Car-to-Car, а також з оточуючою інфраструктурою – світлофорами, центрами дорожнього регулювання.

Головних складових автопілота є декілька і кожна має свої плюси і мінуси:

1. Камери. Очіма автопілота слугують звичні камери, які дозволяють бачити роботу те, що бачить людина-водій: дорожню розмітку та знаки, відстежувати напрямок руху об’єктів..
2. Радар. Подолати принципові недоліки оптичних камер допомагають радари. Вони випромінюють радіохвилі надвисокої частоти і приймають відбиті від об’єкта. Так можна дізнатися дистанцію до перешкод, швидкість руху тощо. При цьому для радара не мають значення погодні умови та освітленість.
3. Лідар. Це метод визначення відстаней за допомогою світлового променя. Строго кажучи, використання саме лазера в лідарі необов'язково, джерелом світла можуть виступати навіть

світлодіоди. Але в 95% випадків, коли говорять про лідар, мають на увазі саме пристрій з лазерним променем.

4. Ультразвукові датчики. Водіям, наприклад, воно відоме як парктронік. Мова йде про ультразвукові датчики, які випромінюють високочастотний звук та працюють за принципом радара. Подібні системи стали дуже популярними завдяки своїй дешевизні – обладнати автівку парктроніком коштує лише кілька сотень доларів.

З камерами все достатньо просто: отримали картинку у видимому діапазоні світла, обробили (окремі кадри і послідовність), розпізнали. У них чудовий кут огляду, вони розпізнають не тільки дорожню розмітку і знаки, але і «розуміють» пішохода, що переходить дорогу. Ціна більш, ніж доступна, порівняно з іншими складовими, але у камер є свої мінуси. Їх функціонал напряду залежить від погодних і дорожніх умов, відсутня функція виміру швидкості, з великими труднощами розуміють відстань до перешкоди, хоча стереокамери певною мірою вирішують цю проблему.

З радарми все навпаки, тобто слабкі сторони камери – сильні сторони радара. Працюють за принципом випромінювання на надвисокій частоті, послухали що повернулося, відразу дізналися дистанцію до перешкод, їх швидкість та кути на них. На роботу радарів погодні умови майже не впливають, крім того, вони миттєво обробляють вхідні данні, що дуже важливо на високій швидкості. Проте ціна у десятки разів більше, ніж у камери.

За допомогою лідарів автопілот бачить все навкруги з високою точністю, але одну і ту ж ділянку дороги вони бачать лише 2-3 рази за секунду. З мінусів слід відзначити їх хрупкість та надзвичайно високу вартість.

З ультразвуковими датчиками (парктроніками) все просто і зрозуміло. Випромінюємо високочастотний сигнал, чекаємо поки повернеться і рахуємо час. Така технологія відпрацьована та перевірена часом, датчики об'єднуються без ніяких проблем, а також вони дуже дешеві. Щодо недоліків, то таке вимірювання обмежується декількома метрами, а також низька достовірність даних, часто виникає проблема у хибному спрацюванні.

Для реалізації автопілота в автомобілі Tesla встановлена система з восьми камер з різним кутом і дальністю огляду, 12 ультразвукових датчиків по колу і далекобійний фронтальний радар. Для руху по маршруту використовується GPS, а сенсори стежать, щоб машина йшла строго по смугах і уникала аварій. У Tesla свідомо не використовується лідар, Ілон Маск відверто виступає проти лідарів, обґрунтовуючи це їх ціною і проблемною роботою в погану погоду. Важко з цим не погодитися - додаткові 7-10 тисяч доларів до ціни та «горб» на даху не додали б Tesla кращого викладу.

Сама система все ще потребує втручання людини в процес їзди, як мінімум необхідно тримати руки на рулі управління, отже, відповідно для удосконалення системи автоматичного управління автомобілем, потрібно зменшити участь людини до мінімуму. На некоректну роботу камер, зокрема, впливають або погодні або дорожні умови, тобто інфраструктура. На опади та вологість впливати не можливо, а умови доріг часто залежать саме від погоди, тому потрібно удосконалювати не умови, а функціонал і ефективність самих складових автопілота.

Як було сказано вище Ілон Маск вирішив у своїх машинах не використовувати лідари, а лише розмістити по периметру автомобіля камери, радар і ультразвукові сенсори. Застосування вбудованої системи із таких датчиків дозволить зробити готову до роботи, універсальну систему автоматичного управління, доступну не лише для електромобілів Tesla, а й для інших, які не старші 2016 року виробництва без повноцінного автопілота.

Немало аварій виникає з електрокарами Tesla. Багато хто вважає, що подібних інцидентів можна було уникнути, якби інженери оснастили дані машини більш надійними системами стеження за дорогою.

Для покращення процесу розпізнавання не потрібно встановлювати додаткові складові, до прикладу лідар, а навпаки почати створювати систему, яка дозволить формувати тривимірну картину навколишнього простору за допомогою штатного радара електромобіля. Така система дозволить штучному інтелекту краще розпізнавати дорожню розмітку, велосипедистів, тварин і тд. Для «апгрейду» автопілота необхідно буде лише встановити систему, що значно зекономить час.

## Висновки

Система автоматичного управління автомобілем є непоганим доповненням до автомобіля для людей, у яких є можливість собі це дозволити. Але через відносно невелику історію на ринку, система здатна забезпечити водію лише часткову передачу керування автопілоту. Тобто водій може не контролювати автомобіль на дорогах з передбачуваним рухом, але завжди бути готовим взяти управління на себе.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лідари в автомобілях [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://vc.ru/transport/61028-lidary-v-bespilotnyh-avtomobilyah>
2. Система автопілот [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.1gai.ru/publ/516653-avtopilot-tesla-samaya-prodvintaya-iz-sovremennyh-sistem-na-rynke.html>
3. Система автоматичного управління автомобілем [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://ua.nauchebe.net/2015/04/elektronni-sistemi-keruvannya-avtomobilyami-napivprovidnikova-silova-elektronika/>
4. Ілон Маск [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Маск,\\_Илон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Маск,_Илон)
5. Ультразвукові датчики [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/ultrazvukovye-pribory/>
6. Система car-to-car [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://systemsauto.ru/active/car-to-car.html>

*Мощанець Руслан Олегович* — студент групи ІАКІТ-176, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, м.Хмельницький, e-mail: [rus.moshchanets@gmail.com](mailto:rus.moshchanets@gmail.com)

*Жарков Анатолій Володимирович* — студент групи ІАКІТ-176, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, с.Вила, Вінницького р-ну, Вінницької обл., e-mail: [fkca.lakitjav@gmail.com](mailto:fkca.lakitjav@gmail.com)

Науковий керівник: *Васюра Анатолій Степанович* — професор кафедри автоматики і інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

*Moshchanets Ruslan O.* — Department of Computer System and Automation, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytskyi, e-mail: [rus.moshchanets@gmail.com](mailto:rus.moshchanets@gmail.com)

*Zharkov Anatoliy V.* — Department of Computer System and Automation, Vinnytsia National Technical University, village Vyla, Vinnytsia district, Vinnytsia region, e-mail: [fkca.lakitjav@gmail.com](mailto:fkca.lakitjav@gmail.com)

Supervisor: *Vasyura Anatoliy S.* — Professor of Automation and Information and Measurement Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia