

2. Metwly, Mohamed & Abdel-majeed, Mahmoud & Abdel-Khalik, Ayman & Hamdy, Ragi & Hamad, Mostafa & Ahmed, Shehab. (2020). A Review of Integrated On-Board EV Battery Chargers: Advanced Topologies, Recent Developments and Optimal Selection of FSCW Slot/Pole Combination. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2020.2992741.

3. Valente, Mauro & Wijekoon, Thiwanka & Freijedo, Francisco & Pescetto, Paolo & Pellegrino, Gianmario & Bojoi, Radu. (2021). Integrated On-Board EV Battery Chargers: New Perspectives and Challenges for Safety Improvement. 349-356. 10.1109/WEMDCD51469.2021.9425666.

4. Kougioulis, Ioannis & Pal, Anirban & Wheeler, Patrick & Ahmed, Md. (2023). An Isolated Multiport DC-DC Converter for Integrated Electric Vehicle On-board Charger. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. PP. 1-1. 10.1109/JESTPE.2023.3276048.

5. Mukherjee, Subhajyoti & Rallabandi, Vandana & Chowdhury, Shajjad & Onar, Omer. (2025). Integrated On-Board Charger for Dual Motor Based Electric Vehicle Power Train. 1-5. 10.1109/ITEC63604.2025.11098117.

Науковий консультант Нечаус А.О., доцент кафедри автомобільної електроніки, канд. техн. наук

Іванов Артем Геннадійович, студент гр. АЕ-41-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ КООПЕРАТИВНОГО АДАПТИВНОГО КРУЇЗ-КОНТРОЛЯ ДЛЯ ГРУПИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Сучасні удосконалені та інтелектуальні системи допомоги водієві ADAS (англ. Advanced Driving Assistance Systems, ADAS) підвищують безпеку та мобільність транспорту, а також зменшують вплив на навколишнє середовище та економічні витрати завдяки зменшенню помилок водія. Однією з головних систем безпеки ADAS є система круїз-контроля, яка підтримує бажану швидкість транспортного засобу без втручання водія.

Системи адаптивного круїз-контроля ACC (англ. Adaptive Cruise Control, ACC) регулюють швидкість автомобіля, щоб підтримувати безпечну дистанцію до автомобіля попереду. Впровадження зв'язку між транспортними засобами та між транспортним засобом та інфраструктурою V2X (англ. Vehicle-to-Everything, V2X) [1] до систем адаптивного круїз-контроля ACC групи транспортних засобів призводить до створення систем кооперативного адаптивного круїз-контроля CACC (англ. Cooperative Adaptive Cruise Control, CACC), де кожен транспортний засіб має дані про траєкторію всіх інших транспортних засобів на тій самій смузі. Системи кооперативного адаптивного круїз-контроля CACC пропонують переваги над звичайними системами адаптивного круїз-контроля ACC у збільшенні пропускну здатності та середньої швидкості.

Принцип роботи адаптивного круїз-контроля наведений на рисунку 1 [2].

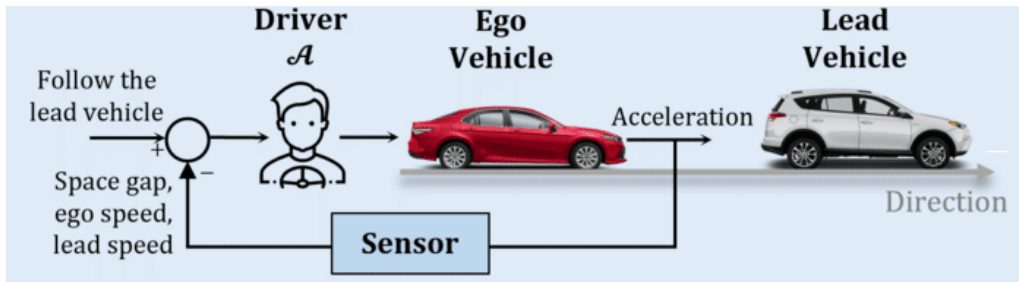


Рисунок 1 – Принцип роботи адаптивного круїз-контроля [2]

Пристрої технічного зору, такі як радар (англ. Radar), лідари (англ. LIDAR), ультразвукові датчики (англ. ultrasound), інфрачервоні далекоміри та оптичні камери, широко застосовуються для забезпечення автоматизованого управління транспортними засобами. Завдяки цим технологіям можна визначати відносні параметри руху як самого автомобіля, так і навколишніх об'єктів, а також своєчасно виявляти перешкоди на шляху.

Як об'єкт дослідження кооперативний адаптивний круїз-контроль САСС визначається як вдосконалена система поздовжнього контролю, яка покращує стандартний адаптивний круїз-контроль АСС, додаючи зв'язок між автомобілями V2V (англ. Vehicle-to-Vehicle, V2V) та зв'язок між автомобілями та всіма пристроями V2X. У той час як стандартний адаптивний круїз-контроль АСС покладається виключно на бортові датчики (радар/лідар) для відстеження транспортного засобу безпосередньо попереду, кооперативний адаптивний круїз-контроль САСС дозволяє транспортним засобам обмінюватися даними в режимі реального часу, такими як швидкість, прискорення та місцезнаходження, рисунок 2 [3].

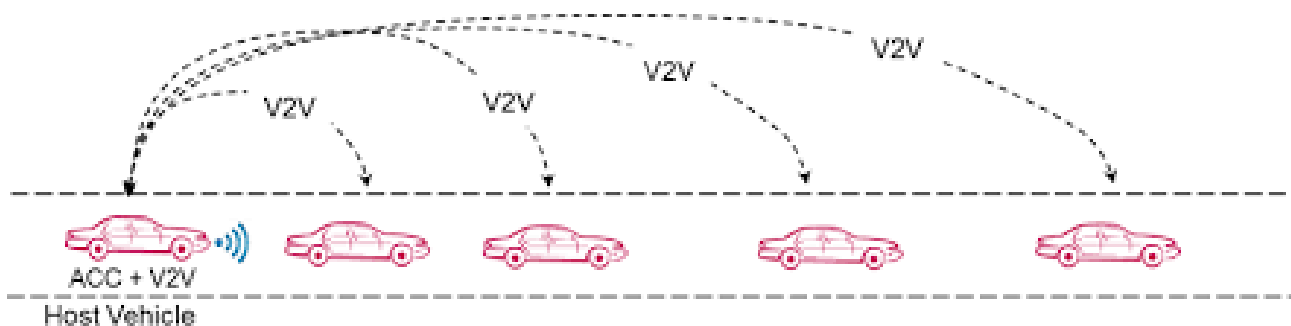


Рисунок 2 – Візуалізація роботи кооперативного адаптивного круїз-контроля [3]

Обмінюючись даними в режимі реального часу, такими як швидкість, прискорення та місцезнаходження, безпосередньо між транспортними засобами V2V, кооперативний адаптивний круїз-контроль САСС дозволяє автомобілям набагато точніше слідувати один за одним та реагувати швидше, ніж водії-люди чи стандартні системи АСС.

Проведемо аналіз основних відмінностей між кооперативним адаптивним круїз-контролем САСС та звичайним адаптивним круїз-контролем АСС:

- у кооперативного адаптивного круїз-контроля САСС додається нове

джерело інформації від комунікації «транспортний засіб-транспортний засіб», в той час як звичайний адаптивний круїз-контроль АСС використовує данні виключно з власних бортових датчиків (радар, лідар, камери);

- у кооперативного адаптивного круїз-контроля САСС підвищується час реакції на дії лідируючого транспортного засобу, тому що за допомогою технології V2V він заздалегідь знає, що автомобіль попереду гальмує, замість того, щоб чекати, як у звичайному адаптивному круїз-контролі АСС, поки радар або лідар виявить гальмування, обробить інформацію у системі керування та прийме відповідне рішення щодо гальмування власного транспортного засобу;

- кооперативний адаптивний круїз-контроль САСС за допомогою технології V2V має постійний онлайн зв'язок не тільки з попереднім лідируючим транспортним засобом, але і з автомобілями у колонні, що рухаються попереду (дивись рисунок 2), що значно збільшує пропускну здатність автомагістралі та зменшує затори.

Проведемо аналіз основних переваг кооперативного адаптивного круїз-контроля САСС над звичайним адаптивним круїз-контролем:

- збільшення пропускну здатності дороги за рахунок того, що транспортні засоби, які оснащені кооперативним адаптивним круїз-контролем САСС, можуть рухатися щільними «нитками», розміщуючи більше автомобілів на одній смузі без шкоди для безпеки;

- підвищення паливної ефективності (для автомобілів з ДВЗ) та енергетичної економичності (для електромобілів) за рахунок того, що транспортні засоби, які оснащені кооперативним адаптивним круїз-контролем САСС, зменшують дистанцію між автомобілями, що значно зменшує аеродинамічний опір, особливо для важких вантажівок. Також одночасно збільшується середня швидкість колони транспортних засобів, що зменшує час у дорозі та сприяє швидшій доставці товарів;

- підвищення стабільності руху та практичне виключення «фантомних заторів», що виникають без видимих причин (аварій, звуження дороги чи ремонтних робіт). «Фантомні затори» утворюються, коли один водій різко гальмує, створюючи хвилю, яка поширюється назад, змушуючи інших водіїв гальмувати ще сильніше, що призводить до повної зупинки руху та аварій типу «гармошка». А при використанні САСС вся колонна транспортних засобів може плавно та синхронно сповільнюватися, якщо це вимагає дорожня ситуація;

- підвищення безпеки руху за рахунок того, що керування колони транспортних засобів кооперативним адаптивним круїз-контролем САСС пом'якшує наслідки зіткнень ззаду, забезпечуючи швидшу та точнішу реакцію на раптові зміни швидкості автомобілів, що рухаються попереду.

Література

1. V2X in the Connected Car of the Future - Qorvo. Qorvo - Qorvo. URL: <https://www.qorvo.com/design-hub/blog/v2x-in-the-connected-car-of-the-future> (date of access: 09.03.2026).

2. Personalized Car Following for Autonomous Driving with Inverse Reinforcement Learning / Z. Zhao et al. 2022 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Philadelphia, PA, USA, 23–27 May 2022. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/icra46639.2022.9812446> (date of access: 19.02.2026).

3. Mitigating traffic oscillations through connected and automated vehicle control: a platoon-level cooperative adaptive cruise control strategy with optimal sub-platoon formation / Z. Zhou et al. Applied Mathematical Modelling. 2025. P. 116681. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2025.116681> (date of access: 05.03.2026).

Науковий консультант: Смирнов Олег Петрович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, smirnov1oleg@gmail.com

Ісаєнко Олександр Леонідович, студент гр. АЕ-46-22, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПЕРЕДОВИХ СИСТЕМАХ ДОПОМОГИ ВОДІЄВИ

Штучний інтелект (Artificial Intelligence (AI)) являє собою імітацію людського інтелекту машинами, які здатні думати та навчатися за принципом, схожим на людський. Одним із прикладів успішного впровадження AI є передові системи допомоги водієві (Advanced Driver Assistance System (ADAS)). Штучний інтелект значно підвищив ефективність ADAS через навчання алгоритмів обробки величезних обсягів сенсорних даних. Завдяки використанню технологій штучного інтелекту ADAS здатна приймати критично важливі рішення в режимі реального часу, спрямовані на забезпечення безпечного та комфортного керування автомобілем [1].

Ефективність ADAS залежить від глибокого розуміння методів машинного навчання та їх адаптації для оптимального розвитку систем. Наприклад, згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Network (CNN)) відзначаються високою ефективністю при розпізнаванні зображень та виявленні об'єктів. Це робить їх ключовим інструментом у застосуванні ADAS для задач у реальному часі, таких як визначення пішоходів чи підтримання автомобіля в межах смуги руху. Проте CNN іноді не здатні враховувати довгострокові залежності, що є критичними для таких задач, як прогнозування поведінки водія.

На противагу цьому, рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Networks (RNN)) показують велику ефективність у роботі з послідовними даними, оскільки добре справляються з обробкою часових залежностей. Глибоке розуміння сильних та слабких сторін CNN і RNN дає змогу вдосконалити інтеграцію штучного інтелекту в ADAS, підвищуючи їхню функціональність і сприяючи підвищенню безпеки дорожнього руху.

Застосування штучного інтелекту перетворює звичайні автомобілі на підключені та автономні транспортні засоби. Завдяки здатності автомобілів самостійно сприймати, аналізувати оточення та приймати рішення