

## Література

1. An In-Depth Look into Automotive Engine Control Units (ECUs). [Електронний ресурс] <https://www.linkedin.com/pulse/in-depth-look-automotive-engine-control-units-ecus-annamalai>.
2. Controls for Modern Engines. [Електронний ресурс] <https://dieselnet.com/tech/control.php>
3. Electronic Control Units & The Future of Trucking. [Електронний ресурс] <https://www.cloudtrucks.com/blog-post/electronic-control-units-the-future-of-trucking>.
4. Основи конструкції тракторів та мобільних енергозасобів Case IH / А.Т. Лебедев, М.Г. Макаренко, О.М. Макаренко, І.О. Шевченко, М.Л. Шуляк, В.М. Манойло. За ред. А.Т. Лебедева. Харків.: ХНТУСГ, 2017. 183 с.
5. Основи конструкції тракторів та мобільних енергозасобів John Deere» / А.Т. Лебедев, М.Г. Макаренко, О.М. Макаренко, І.О. Шевченко, М.Л. Шуляк, В.М. Манойло. За ред. А.Т. Лебедева. Харків.: ХНТУСГ, 2020. 90 с.

## ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКИ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ: ПРОБЛЕМИ І РІШЕННЯ

**Макаренко Микола Григорович**, доцент каф. «Трактори і автомобілі»,  
Державний біотехнологічний університет,  
e-mail: [mak\\_nk@ukr.net](mailto:mak_nk@ukr.net), ORCID: [0000-0003-4078-9045](https://orcid.org/0000-0003-4078-9045)

**Шевченко Ігор Олександрович**, канд. техн. наук, доцент, завідувач каф.  
«Трактори і автомобілі», Державний біотехнологічний університет,  
e-mail: [igorshvchnk@gmail.com](mailto:igorshvchnk@gmail.com), ORCID: [0000-0002-1280-5290](https://orcid.org/0000-0002-1280-5290)

**Хейло Владислав Олегович**, магістр,  
Державний біотехнологічний університет  
e-mail: [prostovlad2221@gmail.com](mailto:prostovlad2221@gmail.com)

**Пиріжок Валентин Іванович**, магістр,  
Державний біотехнологічний університет  
e-mail: [Val.pirojock2014@gmail.com](mailto:Val.pirojock2014@gmail.com)

Нові моделі автомобілів стають все складнішими із випуском кожної нової моделі. В них використовуються складні механічні пристрої, електронні системи та відповідні компоненти програмного забезпечення.

Сучасні автомобілі можуть містити до 70 електронних блоків управління (ЕБУ) для безлічі різноманітних додатків, таких як керування силовою передачею, керування шасі та системи комфорту. При цьому повинні бути гарантовані достовірність та надійність програмного забезпечення у кожному ЕБУ, а процес тестування програмного забезпечення є важливим кроком у забезпеченні його відповідності специфікаціям. Оскільки частка програмного забезпечення, призначеного для бортових діагностичних систем у кожному ЕБУ відіграє важливу роль, метод тестування діагностичного програмного

забезпечення автомобільного контролера має важливе значення та забезпечить правильну роботу кожного ЕБУ у своєму операційному середовищі [1, 2].

До засобів діагностики транспортних засобів відносяться пристрої, що використовуються для сканування та перевірки електронних систем керування. Їх можна використовувати для усунення неполадок у широкому спектрі систем, включаючи модуль керування двигуном, трансмісією, гальмами, подушками безпеки та іншими системами автомобіля. В цілому діагностика полягає у розпізнаванні відмінностей між очікуваною поведінкою та аномаліями. Зі збільшенням складності операцій робота з діагностики несправностей стає дедалі складнішою, оскільки фахівцю з технічного обслуговування тепер потрібні глибокі знання у низці дисциплін [3].

Основні функції засобів діагностики автомобілів мають наступні напрямки.

1. Виявлення та аналіз несправностей. Однією з основних функцій засобів діагностики є виявлення та аналіз несправностей в електронній системі керування автомобілем. Ці системи здатні зчитувати діагностичні коди несправностей та надавати інформацію про характер несправності, що дозволяє технічним фахівцям швидко виявити та усунути проблему. Зазвичай процес виявлення та аналізу несправностей в електронній системі керування автомобілем може бути складним і включати в себе кілька етапів. Важливо відзначити, що різні виробники та моделі автомобілів можуть мати свої власні методики. Однак основні кроки можуть виглядати наступним чином.

На першому етапі здійснюється збір інформації. Електронні блоки управління автомобіля можуть генерувати діагностичні коди помилок, які є індикацією можливих відхилень. Ці коди можна зчитати за допомогою спеціального сканера, який підключається до OBD (On-Board Diagnostics) порту автомобіля. Крім того зчитування показників роботи датчиків і стану актуаторів може надати додаткову інформацію про функціонування системи.

На другому етапі здійснюється аналіз інформації. Розкодування діагностичних кодів помилок дозволяє ідентифікувати конкретні проблеми або несправності. Сучасні автомобільні системи можуть збирати велику кількість даних у реальному часі, тому використання графічного аналізу цих даних допомагає виявити аномалії та кореляції між різними параметрами. А порівняння отриманих даних із технічною документацією та базами даних може допомогти з'ясувати природу несправності.

На третьому етапі здійснюється діагностика - вимірювання витрати палива та складу відпрацьованих газів може вказати на проблеми з системою подачі палива або каталітичним нейтралізатором.

Додатково здійснюється огляд механічних компонентів, таких як провідники, реле, з'єднання, що може допомогти виявити механічні пошкодження або знос. А вимірювання напруги, струму та опору сприяє виявленню електричних проблем, такі як перебої у живленні.

На четвертому етапі вирішуються проблеми заміною або виправленням компонентів. Після ідентифікації несправності може знадобитися виконати

ремонт або заміну конкретного компонента. В деяких випадках проблему можна вирішити оновленням програмного забезпечення блоку управління.

Після виконання ремонтних робіт важливо перевірити систему знову, щоб підтвердити, що проблема вирішена і не виникли нові несправності.

2. Збір та аналіз даних. Діагностичні інструменти також здатні збирати та аналізувати дані з електронних систем керування автомобілем використовуючи стандартні протоколи, які вбудовані в більшість сучасних автомобілів. Сюди можуть входити дані про витрату палива, частоту обертання колінчастого вала двигуна та інших змінних, що дозволяє технічним фахівцям аналізувати роботу систем автомобіля.

Для цього використовується OBD (On-Board Diagnostics) порт, який є стандартним з'єднанням для діагностичних інструментів. Після підключення за допомогою спеціального кабелю, діагностичний інструмент може провести сканування для отримання діагностичних кодів помилок (DTCs). Ці коди вказують на конкретні проблеми або несправності у роботі електронних систем автомобіля.

Крім того діагностичні інструменти можуть зчитувати поточні дані з різних датчиків і систем автомобіля. Ці дані можуть включати параметри, такі як температура двигуна, оберти коліс, швидкість автомобіля, рівень палива, тиск у шинах і багато інших.

Діагностичний інструмент може відображати отримані дані графічно для кращого розуміння. Оператор може аналізувати зміни в графіках для виявлення аномалій або кореляцій між різними параметрами.

Деякі діагностичні інструменти можуть записувати дані в режимі реального часу або в певний період часу. Це може допомогти при аналізі проблем, які виникають тільки під час певних умов або під навантаженням.

3. Налаштування параметрів та програмування. Діагностичні інструменти можна використовувати для налаштування параметрів та параметрів блоків керування автомобіля за допомогою спеціальних функцій і протоколів.

Важливо зауважити, що не всі параметри доступні для налаштування, і втручання в деякі параметри може негативно впливати на безпеку або ефективність автомобіля. Тому використовувати діагностичні інструменти слід обачливо та відповідно до рекомендацій виробників [4, 5].

Однак використання електронних систем керування транспортними засобами (ЕСКТЗ), що забезпечують динамічне керування параметрами роботи двигуна в реальному часі, може зіткнутися з рядом проблем. Перш за все це кібербезпека, оскільки завдяки великій кількості електроніки та взаємодії з іншими системами, ЕСКТЗ стають предметом потенційних кібератак. Зловмисники можуть намагатися втручатися у роботу системи з метою вивчення даних, взяття контролю над транспортним засобом або спричинення аварій.

ЕСКТЗ вимагають значної кількості даних для ефективної роботи, що може ставити питання щодо приватності інформації власників транспортних засобів та використання цих даних сторонніми організаціями, безпеки та конфіденційності особистої інформації..

Крім того проблемою є те, що нині існують різні стандарти та протоколи в галузі ЕСКТЗ, і вони можуть відрізнятись між виробниками. Це може ускладнити взаємодію між різними системами та створює перешкоду для розвитку універсальних рішень.

Оскільки точність і надійність вимірювань важливі для правильної роботи ЕСКТЗ, то недостатня кількість датчиків або їхнє невірне калібрування може призводити до неточних показників в роботі системи, що може бути особливо небезпечним в автономних транспортних засобах.

Крім того ЕСКТЗ, як і будь-які електронні системи, можуть вимагати додаткових витрат на обслуговування та ремонт. Технічні неполадки, помилки програмного забезпечення або визначення неправильних даних можуть призводити до несправностей та витрат на виправлення помилок.

Також існує проблема оновлення або зміни програмного забезпечення, пов'язана з сумісністю програм інших компонентів транспортного засобу. Тому важливо впевнитися, що всі системи працюють правильно після внесення змін.

Введення автономних систем та ЕСКТЗ ставить також етичні та правові питання, такі як відповідальність за аварії, правова відповідальність в разі взаємодії з іншими транспортними засобами чи питання конфіденційності даних.

Вирішення цих проблем вимагає спільних зусиль галузі та владних органів, впровадження стандартів та правил, розробці надійних методів кіберзахисту та вдосконалення технічних рішень для оптимізації роботи ЕСКТЗ. Однак вже на сьогодні існують технології та стратегії, які допомагають вирішувати ці проблеми.

Для цього важливо розробляти та використовувати високоякісні компоненти та програмне забезпечення, заходи кібербезпеки для захисту ЕСКТЗ від можливих атак, застосування шифрування, мережевих заходів безпеки та регулярні оновлення програмного забезпечення для усунення потенційних вразливостей системи.

З метою забезпечення конфіденційності даних важливо використовувати механізми шифрування та інші технічні заходи для забезпечення конфіденційності оброблюваних ЕСКТЗ даних.

Важливо розробляти стандартизовані протоколи та інтерфейси для ефективної інтеграції ЕСКТЗ з іншими системами. Це допоможе забезпечити сумісність та спільну роботу з іншими компонентами автомобільної техніки та інфраструктури. А для автономних систем важливо додатково проводити інтенсивні тести та вдосконалювати алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання. Також потрібно враховувати етичні та правові питання, пов'язані з автономним рухом.

Розвиток та виробництво великої кількості транспортних засобів, оснащених ЕСКТЗ, може допомогти знизити вартість виробництва. Технології масового виробництва та оптимізація процесів можуть зменшити складність та вартість впровадження.

## **Висновки**

Загальною стратегією для вирішення проблем використання ЕСКТЗ є поєднання технічних інновацій, надійних технологій та стратегій управління, що забезпечують ефективну і безпечну експлуатацію транспортних засобів. Для успішного впровадження ЕСКТЗ необхідні регулярні оновлення, тестування та ретельний моніторинг. Також важливим є використання діагностичних інструментів для ідентифікації та аналізу несправностей в ЕСКТЗ, що допомагає оперативно виявляти проблеми та шукати їхні причини. А постійне оновлення та вивчення нових технологій в області ЕСКТЗ допомагає адаптуватися до змін, вдосконалювати функціональні можливості та підвищувати надійність.

Всі ці аспекти сприяють покращенню ефективності та надійності ЕСКТЗ, забезпечуючи оптимальне функціонування, безпеку та економію ресурсів у сфері автомобільного транспорту.

## **Література**

1. [https://www.researchgate.net/publication/261454455\\_A\\_Survey\\_of\\_Security\\_Threats\\_and\\_Protection\\_Mechanisms\\_in\\_Embedded\\_Automotive\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/261454455_A_Survey_of_Security_Threats_and_Protection_Mechanisms_in_Embedded_Automotive_Networks).
2. Hardware in-the-loop system for testing automotive ECU diagnostic software. <https://www.linkedin.com/pulse/hardware-in-the-loop-system-testing-automotive-ecu-diagnostic-r#:~:text=Today%2C%20automobiles%20can%20contain%20up, chassis%20control%20and%20comfort%20systems>.
3. Basic know-how about Vehicle diagnostics tools. <https://www.linkedin.com/pulse/basic-know-how-vehicle-diagnostics-tools-steve-shijun-wong>.
4. Основи конструкції тракторів та мобільних енергозасобів Case IH / А.Т. Лебедев, М.Г. Макаренко, О.М. Макаренко, І.О. Шевченко, М.Л. Шуляк, В.М. Манойло. За ред. А.Т. Лебедева. Харків.: ХНТУСГ, 2017 . 183 с.
5. Основи конструкції тракторів та мобільних енергозасобів John Deere» / А.Т. Лебедев, М.Г. Макаренко, О.М. Макаренко, І.О. Шевченко, М.Л. Шуляк, В.М. Манойло. За ред. А.Т. Лебедева. Харків.: ХНТУСГ, 2020. 90 с.