

Пристрій для перевірки електронних систем автомобіля

Острянюк О.В., ORCID [0000-0002-5260-7459](https://orcid.org/0000-0002-5260-7459)

Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури kpi.ua/web_keoa

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Київ, Україна

Анотація—Метою даної роботи є розробка пристрою для перевірки електронних систем автомобіля. Проаналізовано поточну ситуацію щодо виявлення та ремонту електронних систем автомобіля. Серед наявних електронних систем сучасного автомобіля виділено систему керування автоматичною коробкою переключення передач та систему клімат-контролю, як найбільш важливі, та найбільш часто застосовувані. Надано і проаналізовано результати моделювання роботи пристрою для перевірки справності двох відібраних систем, яке проведено із застосуванням спеціально створеного прототипу. Розглянуто структуру прототипу і засоби моделювання. Також визначено проблематику даної теми та проаналізовано актуальність використання даного приладу в майбутньому.

Ключові слова — електронна система; перевірка; автомобіль; автоматична коробка переключення передач; клімат-контроль.

I. Вступ

Необхідність застосування електронних приладів та систем в легкових і вантажних автомобілях постійно зростає. Вартість електронного обладнання вже зараз перевищує третину вартості легкового автомобіля. Та процес «електронізації» автомобілів все ще триває. В подальшому це призведе до збільшення кількості та функціональної насиченості пристроїв керування двигуном та трансмісією, електронної системи підвищення ступеня безпеки та інших. В такому разі постає питання справності роботи даних електронних систем.

На сьогоднішній день діагностувати несправність електронної системи можна лише на спеціалізованому автомобільному сервісі, де наявне необхідне устаткування. Проте не секрет, що обслуговування автомобіля на сервісі – задоволення не з дешевих. Окрім того, для проходження обслуговування, необхідно дочекатися своєї черги, яка може звільнитися лише в наступному місяці. Така ситуація змушує відмовитися від несправного автомобіля на цей період часу.

Таким чином, метою даної роботи є створення пристрою, за допомогою якого можна діагностувати несправності в роботі електронних систем автомобіля в домашніх умовах. Пристрій має характеризуватися малими масо-габаритними характеристиками, малою вартістю та бути простим у використанні.

II. ПРОБЛЕМАТИКА ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

A. Електронні системи автомобіля

Комплектація автомобіля електронними системами варіюється в залежності від типів машин (автомашини, трактори, комбайни, навантажувачі, тощо). Проте з усіх типів систем до числа обов'язкових можна віднести наступні електронні системи [1]:

- Системи управління електрообладнанням;
- Системи управління двигуном;
- Системи управління трансмісією;
- Системи управління коробкою передач;
- Електронні системи управління підвіскою;
- Системи забезпечення комфорту і мікроклімату;
- Системи активної безпеки.

Кожна з цих систем може мати різні конфігурації в залежності від типу автотранспортного засобу.

Для створення прототипу приладу акцент зроблено на такі системи:

- Система управління коробкою передач;
- Система забезпечення комфорту і мікроклімату.

B. Блок управління автоматичною коробкою переключення передач

Електронний блок управління АКПП є одним з найскладніших конструктивних елементів коробки передач. Він складається з численних мікросхем



і чіпів, які аналізують велику кількість параметрів в режимі реального часу.

Сучасна АКПП являє собою високотехнологічний агрегат, який управляється за допомогою електронних систем. Численні датчики отримують інформацію про параметри роботи трансмісії і передають дані в центральний блок керування АКПП. Автоматичний «мозок» аналізує всі отримані дані, і відправляє команди про перемикання передач або ж зміну параметрів роботи трансмісії [2]–[4].

Як і будь-який інший електронний прилад, блок управління АКПП може виходити з ладу. Саме тому важливо мати можливість відслідкувати несправність в роботі приладу, для подальшого ремонту.

Для цього запропоновано паралельно під'єднати пристрій для перевірки електронних систем автомобіля, який виступає у якості еталонного (справного) блоку керування АКПП, завдяки якому можна відслідкувати в який момент часу несправний блок керування відпрацьовує не так як повинен. Це забезпечить можливість встановити характер поломки, що, в свою чергу, дозволить усунути її з мінімально можливими фінансовими витратами.

С. Блок забезпечення комфорту і мікроклімату

Даний блок ще називають блок клімат-контролю. Дана система займається управлінням потоками та кількістю повітря, що подається, розподілом його по різних зонах, постійно контролюючи температуру в салоні за допомогою датчиків. Наприклад, водій задає параметр 20 градусів. Система порівнює задане число з фактичним і приймає рішення, яку функцію включити наступною. Якщо в салоні прохолодніше, буде включена подача підігрітого повітря. Тепло відбирається від двигуна, в окремих випадках від автономного або допоміжного обігрівача. Якщо в салоні тепліше бажаного, система включить кондиціонер, подаючи охоложене повітря, поки температура не стане збігатися із заданою на блоці управління. Ці цикли відбуваються постійно, поки клімат-контроль включений і працює двигун. Від водія або пасажирів не потрібно ніяких додаткових дій, оскільки користуючись зворотним зв'язком, клімат-контроль «знає», яка температура в салоні і підтримує її самостійно. Фактично, одного разу встановивши комфортну температуру, звертатися до управління клімат-контролем доводиться вкрай рідко [5], [6].

Забезпечення мікроклімату в автомобілі є дуже важливим, адже саме в салоні знаходиться водій та пасажир, та саме від цього параметра буде залежати комфортабельність подорожі на автомобілі. Саме тому важливо щоб блок, який контролює цей процес, не вийшов з ладу, адже тоді перебування в автомобілі буде приносити дискомфорт, що є неприйнятним, та слугує вагомою причиною для перевірки та ремонту даного блоку.

Д. Структура пристрою і опис функцій, що їм контролюються

Прилад виконує перевірку правильності роботи таких електронних систем:

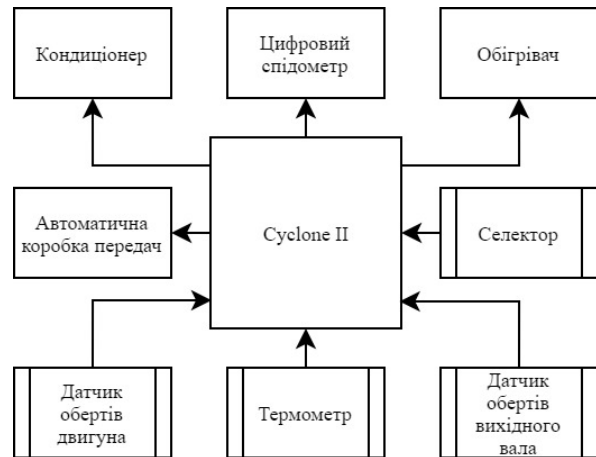


Рис. 1 Структурна схема підключення приладу

- Клімат-контролю: відповідно до поточної температури середовища в автомобілі та значення яке виставлено на термостаті подається сигнал на обігрівач чи кондиціонер, в залежності від різниці між значеннями. У свою чергу, сигнал містить у собі інформацію про потужність, з якою необхідно підігрівати/охолоджувати повітря [7].
- Спідометра: відповідно до частоти імпульсів які надходять з вихідного валу, відбувається перерахунок поточної швидкості автомобіля, з подальшим виводом значення на екран.
- Тахометра: аналогічно з принципом роботи спідометра – частота імпульсів з датчика на колінчастому валі перераховується в кількість обертів за хвилину.
- Блоку керування автоматичною коробкою переключення передач: відповідно до порогових значень швидкості обертів двигуна та швидкості автомобіля, даний прилад слідкує за поточними значеннями, та відсилає сигнали про перемикання передач [8]–[10].

Прилад слідкує за датчиками обертів двигуна та вихідного валу, положенням селектора коробки передач та температурою в автомобілі. Структурну схему підключення приладу зображено на Рис. 1.

III. СИМУЛЯЦІЯ РОБОТИ БЛОКУ КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЮ КОРОБКОЮ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ ПЕРЕДАЧ

Симуляцію роботи пристрою проведено в ModelSim – багатомовному середовищі моделювання від Mentor Graphics, яке підтримує опис апаратних засобів такими мовами як VHDL, Verilog, SystemC, і має у своєму складі вбудований відладчик мови C

На Рис. 2 зображено проведене моделювання в загальному вигляді. На рисунку присутні наступні чотири сигнали:

- `i_selector` – відповідає за положення ручки селектора коробки передач автомобіля;

	Msgs													
i_selector	xxx	001												
i_speed	x	0	10	15	25	35	25	35	45	55	65	70	75	80
i_engine_speed	x		2100	2500	3000	1000	1000	1000	1500	2000	2500	1000	2000	1000
o_gear	0	1			2	1	2					3		4

Рис. 2 Загальний часовий відрізок моделювання

	Msgs													
i_selector	001	001												
i_speed	36	25				36		35						
i_engine_speed	3100	3000				3100		1000						
o_gear	2	1				2								

Рис. 3 Переключення передачі вверх

	Msgs													
i_selector	001	001												
i_speed	29	35				29		25						
i_engine_speed	600	1000				600		500		1000				
o_gear	2	2						1						

Рис. 4 Переключення передачі вниз

- *i_speed* – відповідає поточній швидкості автомобіля;
- *i_engine_speed* – відповідає поточній швидкості оборотів двигуна;
- *o_gear* – відповідає поточній передачі;

На даному рисунку видно наступне:

- 1) Положення ручки селектора в продовж всього моделювання відповідає значенню 1 – це значення відповідає режиму «Drive» в перекладі «Рух». В даному режимі коробка передач працює автоматично, перемикаючи передачі відповідно до швидкості руху та швидкості обертів двигуна.
- 2) Спочатку швидкість руху та швидкість обертів двигуна поступово збільшується до значень 36 км/год та 3100 об/хв, після чого відбувається переключення передачі з першої на другу. Цей момент зображено окремо на Рис. 3.
- 3) Далі швидкість руху та швидкість обертів зменшується до 29 км/год та 500 об/хв, після чого передача переключиться вниз, тобто з другої на першу. Цей момент зображено окремо на Рис. 4.

Таким чином, змодельовано роботу блоку керування АКПП. Можна зробити висновок, що блок працює коректно, адже отримані результати відповідають очікуванням. Порогові значення швидкості обертів двигуна для тестування взято однаковими для всіх передач – 500 об/хв у якості нижнього порогового

значення та 3000 об/хв у якості верхнього порогового значення.

IV. ПОДАЛЬШІ ПЕРСПЕКТИВИ ПРИЛАДУ

A. Можливості для вдосконалення

На даному етапі прототип містить в собі лише дві фактичні системи для тестування, а саме: блок керування АКПП та блок забезпечення комфорту і мікроклімату. Тому є ще досить велика кількість електронних систем (що наведено раніше) якими даний прилад можна доповнити, що в свою чергу розширить сферу застосування приладу в обслуговуванні автомобіля.

Також, основним пунктом, який дозволить пришвидшити та автоматизувати пошук несправності в електронній системі – є створення автономного режиму роботи приладу, в якому він порівнює роботу системи яку тестують, з «еталонною», та записує в пам'ять лише ті відрізки часу, в яких система працює не коректно.

Дане вдосконалення дозволить зменшити роботу для людини, яка має працювати з приладом, та спостерігати не весь перебіг роботи системи, а лише моменти, в яких відбувається збій, чи некоректна робота системи.

B. Напрямки подальшого застосування приладу

У подальшому, прилад може знайти застосування як на невеликих сервісних центрах чи СТО, так і у домашніх умовах для користувачів, які полюбляють самостійно доглядати за своїм автомобілем. Адже саме це і було метою для розробки: прилад який не є громіздкий, дешевий у порівнянні з спеціальним

тестувальним обладнанням та досить простий у використанні.

ВИСНОВКИ

Виходячи з того, який відсоток вартості автомобіля припадає на електронні системи, а також з їх кількості в автомобілях, зроблено висновок, що працездатність даних систем є досить важливим питанням, яке хвилює кожного власника сучасного автомобіля. В даній роботі представлено прилад, за допомогою якого можна перевірити коректність роботи цих електронних систем. В якості прототипу створено та промодельовано прилад, за допомогою якого можна перевірити роботу таких систем як: блок керування АКПП та блок клімат-контролю. Також запропоновано вектор подальшого розвитку приладу та можливі сфери застосування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] "Elektronni systemy keruvannya avtomobilyamy – Napivprovodnykova silova elektronika [Electronic Car Control Systems - Semiconductor Power Electronics]," 2015. URL: <http://ua.nauchebe.net/2015/04/elektronni-sistemi-keruvannya-avtomobilyami-napivprovodnykova-silova-elektronika/>.
- [2] "What Is a Transmission Control Module?," *Sun Devil Auto*. URL: <https://www.sundevilauto.com/what-is-a-transmission-control-module/>.

UDC 629.199

- [3] T. Azuma, "Transmission Control Module Symptoms: Learn The Bad Ones," 2018. URL: <https://carfromjapan.com/article/car-maintenance/transmission-control-module-symptoms/>.

- [4] A. Markel, "Solving Automatic Transmission Electronic Control Problems," 2017, [Online]. Available: <https://www.brakeandfrontend.com/solving-automatic-transmission-electronic-control-problems/>.

- [5] R. Lovetere, "How to Troubleshoot a Broken Car Air Conditioner," 2016. URL: <https://www.yourmechanic.com/article/how-to-check-a-broken-air-conditioner>.

- [6] "Fundamentals of the automotive cabin climate control system," *EDN*, 2012. <https://www.edn.com/fundamentals-of-the-automotive-cabin-climate-control-system/>.

- [7] M. Fernie, "How Do Climate Control And Air Conditioning Systems Actually Work?," 2016. URL: <https://www.carthrottle.com/post/how-do-climate-control-and-air-conditioning-systems-actually-work/>.

- [8] "Upravlenie avtomaticheskoy korobkoy peredach [Automatic gearbox control]." URL: <http://systemsauto.ru/box/control-automatic-gearbox.html>.

- [9] "Elektronna sistema upravlinnya dvyhunom [The electronic engine management system]." URL: <http://autopark.pp.ua/4305-elektronna-sistema-upravlnnya-dvigunom-vse-pro-avto.html>.

- [10] "Transmission control unit." URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_control_unit

Electronic Car System Checking Device

O. V. Ostrianko, ORCID [0000-0002-5260-7459](https://orcid.org/0000-0002-5260-7459)

Department of Design of Electronic Computing Equipment kpi.ua/web_keoa
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Kyiv, Ukraine

Abstract—The need for the use of electronic devices and systems in cars and trucks is constantly increasing. The cost of electronic equipment now exceeds one third of the cost of a car. But the process of "electrification" of cars is still ongoing. In the future, this will lead to an increase in the number and functional saturation of the engine and transmission controls, the electronic security system and others. In this case, the question arises whether the data of electronic systems work properly.

To date, electronic system malfunctions can only be diagnosed by a specialized car service where the necessary equipment is available. However, it is no secret that car service is an expansive pleasure. In addition, to complete the service, you need to wait for your turn, which might come next month. This situation forces you to give up the broken car for this period of time.

Thus, the purpose of this work is to create a device by which you can diagnose malfunctions of electronic car systems at home. The device should be characterized by low mass, overall size and low cost and be easy to use.

The modern automatic transmission is a high-tech unit that is controlled by electronic systems. Numerous sensors receive information about the parameters of the transmission and transmit data to the central control unit of the automatic transmission. An automatic "brain" analyzes all the data received and sends commands to shift gears or change the parameters of the transmission.

Like any other electronic device, the automatic transmission control unit may malfunction. That is why it is important to be able to track the malfunction of the appliance for further repair.

For this purpose it is suggested to connect in a parallel device for checking the electronic systems of the car, which acts as a reference (functional) control unit of the automatic transmission, by which it is possible to trace at what point of time the faulty control unit works off as it should, which will allow to establish the nature of the breakdown, which, in turn, will eliminate it with the least possible financial cost.

Based on what percentage of the cost of the car falls on electronic systems, as well as their number in cars, it was concluded that the efficiency of these systems is a very important issue that worries every owner of a modern car. In this paper, a device was presented to verify the correct operation of these electronic systems. As a prototype, a device has been created and modeled to test the operation of such systems as the automatic control unit and the climate control unit. The vector of further development of the device and possible applications are also suggested.

Keywords — *electronic system; checking; car; automatic gearbox control unit; climate control.*

