

## ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КОМБІНОВАНОЇ СТРУКТУРИ

**Бороденко Юрій Миколайович**, к. ф-м. н., доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [docentmaster@gmail.com](mailto:docentmaster@gmail.com)

Системи керування АТЗ можна класифікувати за чотирма основними ознаками: архітектурною композицією; призначенням або об'єктом керування; гнучкістю реалізації алгоритму; способом реалізації системи [1]. За першою ознакою розрізняють системи функціональної, комплексної і комбінованої структури. Системи функціональної (одноканальної) структури реалізують певну функцію керування певним об'єктом керування. Комплексні системи забезпечують де-кілька (комплекс) каналів (функцій) керування певним об'єктом керування. Системи керування комбінованої структури, за визначенням, включають кілька функціональних або комплексних систем керування (суміжних систем) за призначенням (об'єктами керування). Об'єктами керування на автомобілі є його агрегати та вузли.

Поведінка автомобіля регламентується діями водія через органи керування; корегується на підставі інформації, що надходить від телеметричних систем (радарів, відеокамер, трансляторів автопілотів); оптимізується реакцією систем автоматичного (активного, адаптивного, превентивного) керування агрегатами силового приводу і ходової частини (рис. 1).

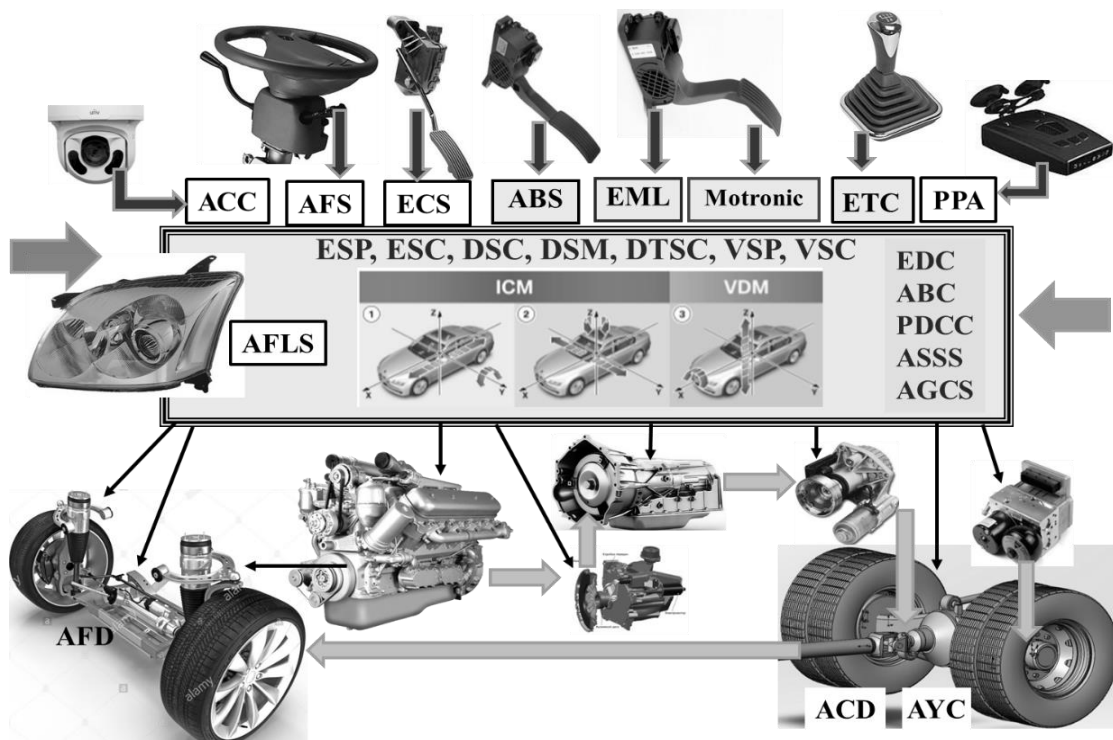


Рис. 1. Взаємодія автомобільних систем керування

На рисунку позначено системи [1, 2]:

- ACC (Adaptive Cruise Control) – адаптивного круїз-контролю;
- AFS (Active Front Steering) – активного рульового керування.
- ABS (Antilock Braking System) – антиблокувальна гальмівна;
- AFLS (Adaptive Front-Lighting System) – адаптивна керування положенням фар;
- ABC (Active Body Control) – активна керування кузовом;
- ASSS (Active Stabilizer Suspension System) – стабілізації підвіски;
- AGCS (Active Geometry Control Suspension) – активного контролю геометрії підвіски;
- AFD (Active Front Differential) – активного переднього диференціала;
- ACD (Active Central Differential) – активного центрального диференціала;
- AYC (Active Yaw Control) – активного заднього диференціала;
- DSC (Dynamic Stability Control), DSM (Dynamic Stability Management) – динамічної стійкості автомобіля;
- DTSC (Dynamic Stability Traction Control) – керування тягою;
- ECS (Electronic Clutch System) – електронного керування зчепленням;
- EML (Elektronische Motor Leistungsregelung) – керування дросельними заслінками;
- ETC (Electronic Traction Control) – електронного керування трансмісією;
- ESP (Electronic Stability Position) – стабілізації курсу;
- ESC (Electronic Stability Control) – підтримання курсової стійкості;
- EDC (Electronic Dampfer Control) – підвіски з електроклапанними амортизаторами;
- Motronic – комплексного керування інжекторним бензиновим ДВЗ;
- PDCC (Porsche Dynamic Chassis Control) – динамічного контролю шасі;
- PPA (Passive Parking Assistance) – помічника паркування;
- VSC (Vehicle Stability Control) – стабілізації автомобіля;
- VSP (Vehicle Stability Programmer) – програма стабілізації автомобіля;
- ICM (Integrated Chassis Management) – інтегрованого керування шасі;
- VDM (Vertical Dynamic Management) – керування вертикальною динамікою автомобіля.

З енергетичних позицій, системи комбінованої структури дозволяють підтримувати в динаміці певний баланс між енергією, що передається на колеса автомобіля (імпульсивними системами) і енергією, яка розсіюється транспортним засобом (дисипульсивними системами і факторами) [3, 4]. При цьому, задачею комбінованих систем керування є відпрацьовування програм і алгоритмів (виконання цільових функцій), які комплексно забезпечують:

- спрямований рух або маневрування автомобіля за бажанням водія;
- підтримку оптимальних їздових характеристик;
- зниження експлуатаційних витрат;
- комфорт екіпажу і безпеку руху транспортного засобу.

З позицій апаратної реалізації, принципово розглядаються два варіанти структури комбінованих систем керування [1] (рис. 2).

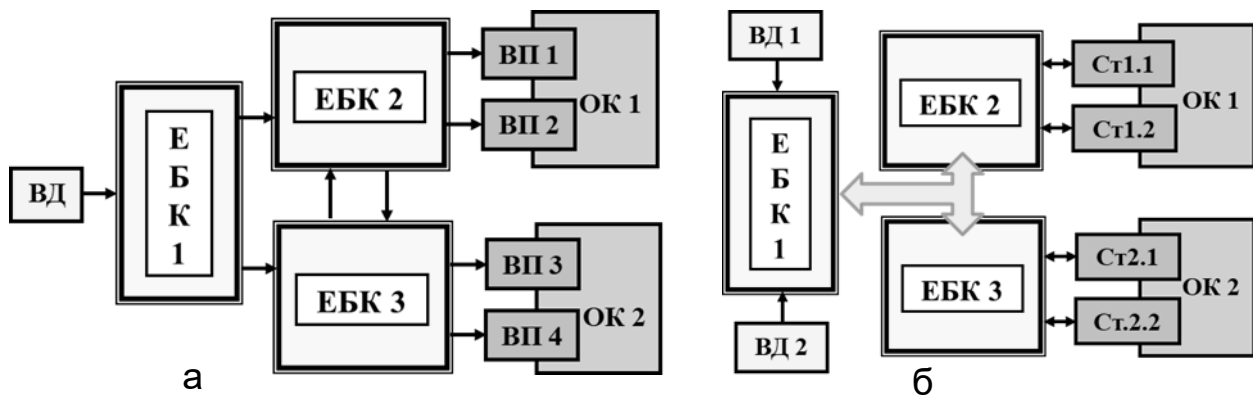


Рис. 2. Узагальнена структура комбінованих системи керування:  
 а – провідна; б – шинна

В першому випадку, зв'язок між окремими ЕБК (електронними блоками керування) комбінованих систем здійснюється по інформаційних колах вимірювальних датчиків (ВД) і виконавчих пристроїв (ВП) на об'єктах керування (ОК) суміжних систем (рис. 2, а). В другому випадку, використовуються шинні інформаційні зв'язки (бортові інформаційні інфраструктури). В шинних структурах можуть частково застосовуватися і провідні зв'язки, і однопровідні шини зв'язку з мехатронними модулями-сателітами (Ст), які у складі мають не тільки ВП, але й інші атрибути мехатронної підсистеми (рис. 2, б).

Шинна структура сучасного автомобіля представляє сукупність послідовних інформаційних інтерфейсів і ліній (шин) зв'язку різного системного призначення таких як CAN, Flex Ray, MOST, Ethernet, LIN [1, 3, 5].

Для інформаційного розвантаження та відокремлення шин за потрібною швидкістю передачі даних, на борту автомобіля застосовуються декілька CAN шин різного призначення: комбінації приладів; системи діагностики; силових агрегатів; системи комфорту; адаптивного круїз-контролю. При цьому, різними типами шин охоплено декілька десятків ЕБК різного призначення. Інформаційні інтерфейси ЕБК можуть виступати як джерела передачі даних або приймачів повідомлень, або здійснювати двосторонній зв'язок між собою (трансивери) [6].

Назви деяких систем містять слова, схожі за змістом (стійкість, стабілізація). При цьому, системи з конкуруючими назвами виконують схожі функції, але реалізують керуючі впливи по-різному. Щоб систематизувати інформацію про системи цього класу, наведемо класифікацію, орієнтуючись на ознаки складу структури (ступінь інтеграції) і виду впливів, що збурюють автомобіль.

У міру розвитку, систем керування комбінованої структури можна представити поколіннями (класифікація за ступенем інтеграції).

1. Системи керування силовими агрегатами типу DME (Digital Motor Electronic), DDE (Digital Dyzel Electronic), які поєднують функції систем керування ДВЗ, АКП і трансмісії [2].

2. Системи стабілізації курсу типу ASC (Automatic Stability Control), MSR (Motor Schlepptomoment Regelung), які поєднують функції систем поздовжньої динаміки (додатково – гальма) при русі по прямій.

3. Системи динамічної стійкості типу ESP, які поєднують функції систем поздовжньої і поперечної динаміки при русі по прямій і при маневруванні (додатково – рульове керування).

4. Інтегровані системи керування динамікою ходової частини (шасі) типу ICM, які поєднують функції систем поздовжньої і поперечної динаміки.

5. Телематичні системи круїз-контролю, парковки, безпеки та допомоги водієві типу KAFAS (Kamerobazierende Fahrecas Assistance Systems) і ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), які поєднують функції асистентів і безпеки руху [1, 7].

**Висновки.** Застосування систем комбінованої структури на автомобілі дозволяє реалізувати гнучкі алгоритми керування, які забезпечують оптимальний зв'язок між діями водія, потужністю силової (імпульсивної) і поведінкою ходової (диспульсивної) частин АТЗ. Використання шинних структур в комбінованих системах керування дозволяє підвищити комунікабельність обміну інформацією між окремими блоками-кореспондентами, ефективність застосування мехатронних модулів і компактність монтажу ліній зв'язку.

### Література

1. Бороденко Ю. М. Мехатронні системи автомобіля : підручник [Електронний ресурс] / Ю. М. Бороденко, А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків : Мачулін, 2024. – Ч. 2 : Ходова частина. – 228 с. Посилання: <https://dSPACE.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/20249>
2. Бороденко, Ю. М. Мехатронні системи автомобіля : підручник [Електронний ресурс] / Ю. М. Бороденко, А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків : ХНАДУ, 2023. – Ч. 1 : Силовий привід. – 300 с. Посилання: <https://dSPACE.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/20248>
3. Fijalkowski, B. T. Automotive mechatronics: operational and practical issues: volume I: Springer Science & Business Media, 2010. 208 с.
4. Fijalkowski, B. T. Automotive mechatronics: operational and practical issues: volume II: London New York: Springer Science & Business Media, 2011. 523 с.
5. Service Training. Audi A6'05. веб-сайт. URL: [http://www.volkspage.net/technik/ssp/ssp/SSP\\_323.pdf](http://www.volkspage.net/technik/ssp/ssp/SSP_323.pdf) (дата звернення: 22.08.23).
6. F01 Bus Systems. веб-сайт. URL: [https://www.bimmerfest.com/attachments/03-1\\_f01-bus-systems-pdf.828695/](https://www.bimmerfest.com/attachments/03-1_f01-bus-systems-pdf.828695/) (дата звернення: 22.08.23).
7. Система допомоги керування автомобілем і парковкою ADAS (Advanced Driver Assistance Systems). Матеріали сайту – 2025. – Режим доступу: <https://traktorist.ua/technologies/sistema-dopomogi-keruvannya-avtomobilem-i-parkovkoyu-adas-advanced-driver-assistance-systems>