



ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛІВ

Конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Автомобільна електроніка»
галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
(G Інженерія, виробництво та будівництво),
спеціальності 171 Електроніка
(G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка),
денної та заочної форм навчання

УДК 629.3.017:621.38

E45

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ ім. професора Віктора Божидарніка

Директор бібліотеки _____ Наталія ПОЛІЩУК

Рекомендовано до видання вченою радою факультету робототехніки та штучного інтелекту ЛНТУ, протокол № __ від «__» _____ 2026 року.

Голова вченої ради ФРАІ _____ Анатолій ТКАЧУК

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електроніки, фізики та СМАРТ-систем ЛНТУ, протокол № __ від «__» _____ 2026 року.

Завідувач кафедри _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ к.т.н., доц. кафедри ЕФСС електроніки, фізики та СМАРТ-систем ЛНТУ

Укладач: _____ Сергій МОРОЗ к.т.н., доц. кафедри електроніки, фізики та СМАРТ-систем ЛНТУ

Рецензент: _____ Віталій Пташенчук к.т.н., доц. кафедри автоматизації та безпілотних систем ЛНТУ

Відповідальний за _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ к.т.н., доц., завідувач випуск: кафедри електроніки, фізики та СМАРТ-систем ЛНТУ

E45

Електронні системи безпеки автомобілів. Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації (G Інженерія, виробництво та будівництво), спеціальності 171 Електроніка (G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка), денної та заочної форм навчання / уклад. С. А. Мороз. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 140 с.

Видання містить виклад основного теоретичного лекційного матеріалу з дисципліни «Електронні системи безпеки автомобілів». Призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроніка» «Автомобільна електроніка».

ЗМІСТ

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ БУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ	5
1.1 Роль електронних систем у зменшенні аварійності	5
1.2 Активна безпека автомобіля	5
1.3 Пасивна безпека автомобіля	8
Запитання для самоконтролю	10
ТЕМА 2. ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЛЬМУВАННЯМ ТА СТАБІЛЬНІСТЮ АВТОМОБІЛЯ	11
2.1 Вимоги до ABS	11
2.2 Загальний опис системи	12
2.3 Компоненти ABS	13
2.4 Керування гальмами системою ABS	14
2.5 Стратегія керування	16
2.6 Варіанти системи ABS	16
2.7 Антипробуксовочна система	16
2.8 Система курсової стійкості	19
2.9 Система керування динамікою автомобіля	22
2.10 Система Стоп-Старт	23
2.11 Система екстреного гальмування	26
2.12 Система розподілу гальмівних зусиль	28
Запитання для самоконтролю	29
ТЕМА 3. СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЯ	29
3.1 Типи систем ADAS сучасного автомобіля	29
3.2 Система допомоги при спуску	33
3.3 Система допомоги при підйомі	33
3.3 Адаптивний круїз-контроль	34
3.5 Система допомоги руху по смузі	36
3.6 Система інтелектуального регулювання швидкості	38
Запитання для самоперевірки	39
ТЕМА 4. СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА АСИСТУВАННЯ ВОДІЯ В СУЧАСНОМУ АВТОМОБІЛІ	40
4.1 Система Алколок (Alcolock)	44
4.2 Превентивна система безпеки	45
4.3 Система комунікації між автомобілями	48
4.4 Проекційний дисплей	51
4.5 Система попередження про велосипедистів	55
4.6 Система наскрізного бачення	56
4.7 Паркувальна система	58
4.8 Система автономної парковки	60
4.9 Система кругового огляду	61
4.10 Система маневрування з причепом	62
4.11 Система допомоги при перестроюванні	63
4.12 Автомобільна система нічного бачення	64
4.13 Система розпізнавання дорожніх знаків	65
4.14 Система виявлення можливих дорожніх пробок	67
4.15 Система інформування про світлофори	68

4.16 Система передбачення дорожніх умов	69
Запитання для самоперевірки	75
ТЕМА 5. АВТОМОБІЛЬНІ ОХОРОННІ ТА ПРОТИУГОННІ СИСТЕМИ	76
5.1 Механічні протиугінні пристрої	76
5.2 Імобілайзер	82
5.3 Автомобільна сигналізація	84
5.4 Центральний замок	87
5.5 Система інтелектуального доступу в автомобіль	89
5.6 Електросклопідйомники	90
5.7 Система стеження за автомобілем	94
5.8 Система контролю витрат палива	95
Запитання для самоперевірки	96
ТЕМА 6. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ДОСТУПУ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВОДІЯ	96
6.1 Класифікація способів доступу	96
6.2 Традиційні засоби доступу та запуску автомобіля	98
6.3 Сучасні технології доступу до автомобіля	99
6.5 Принцип роботи систем дистанційного доступу	105
6.7 Функції систем доступу без ключа	113
Запитання для самоконтролю	116
ТЕМА 7. СИСТЕМИ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ (SRS)	117
7.1 Натягувач ременя безпеки	117
7.2 Подушки безпеки	118
7.3 Активні підголовники	122
7.4 Аварійний розмикач акумуляторної батареї	122
7.5 Система захисту пішоходів	123
7.6 Подушка безпеки для пішоходів	125
7.7 Система захисту при з'їзді з дороги	126
7.8 Система екстреного виклику	127
7.9 Система порятунку з затонулого автомобіля	128
7.9 Система захисту дверей від пошкодження	129
Запитання для самоперевірки	130
ТЕМА 8. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ	
АВТОМОБІЛЯ	131
8.1 Розвиток систем автономного транспорту	131
8.2 Вплив штучного інтелекту на розвиток систем безпеки	133
8.3 Вплив нових стандартів безпеки на автомобільну індустрію	135
Запитання для самоконтролю	138
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	140

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ БУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ

1.1 Роль електронних систем у зменшенні аварійності.

В даний час спостерігається різке збільшення кількості автомобілів, вони стають динамічнішими і потужнішими. Все це призводить до підвищення кількості автомобільних катастроф, тому створення максимально безпечного автомобіля стало одним із пріоритетних напрямків роботи автовиробників. Але створення безпечного автомобіля зовсім не означає створення повільного чи мало енергоозброєного автомобіля. Бувають випадки, коли в екстремальній дорожній ситуації краще та безпечніше різко розігнати автомобіль, ніж гальмувати. Тому велику увагу конструктори приділяють удосконаленню двигунів та трансмісій. Але автомобіль, що швидко розганяється, повинен і швидко зупинитися. Так з кожним роком гальмівні системи стають ефективнішими. Численні електронні системи дозволяють уникнути занесення, скорочують гальмівний шлях, розподіляють момент, що крутить, по осях автомобіля в залежності від навантаження і багато іншого. На активну безпеку впливають шини і диски. Саме вони забезпечують стійкість автомобіля, надійний контакт із дорогою.

Велике значення для безпеки відіграє оглядовість. Але збільшувати площу скління і зменшувати ширину стійок до нескінченності неможливо, тому що необхідно враховувати всю ймовірність перекидання автомобіля при аварії. Таким чином, з множини вищезгаданих факторів, часом суперечливих, створюється активна безпека автомобіля, головне завдання якої – запобігти можливій катастрофі.

Отже, активна безпека – це комплекс організаційно-технічних заходів, які за допомогою водія або без нього запобігають виникненню ДТП.

1.2 Активна безпека автомобіля.

Активна безпека автомобіля визначається також відсутністю раптових відмов у конструктивних системах автомобіля, особливо пов'язаних із можливістю маневру, а також можливістю водія впевнено та з комфортом керувати системою автомобіль-дорога. До активної безпеки автомобіля відноситься також відповідність тягової та гальмівної динаміки автомобіля дорожнім умовам та транспортним ситуаціям, а також психофізіологічним особливостям водіїв.

Сучасний автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки. Неухильне зростання потужності і швидкості автомобіля, щільність руху автомобільних потоків значно збільшує вірогідність аварійної ситуації. Безпека транспортного засобу включає комплекс конструктивних і експлуатаційних властивостей, що знижують вірогідність виникнення ДТП, тяжкість їх наслідків і негативний вплив на довкілля. Розрізняють *активну, пасивну, післяаварійну і екологічну безпеку* транспортного засобу.

Система "водій – автомобіль" має активну безпеку – властивості, що знижують вірогідність виникнення небезпечних дорожньо-транспортних ситуацій і ДТП, дозволяють водієві упевнено керувати автомобілем, розганятися і гальмувати з необхідною інтенсивністю і здійснювати маневри без значних витрат фізичних сил. Суть функцій активної безпеки полягає у відповідності тягової і гальмівної динаміки дорожнім умовам, а також в надійному функціонуванні автомобіля і водія [2].

Безумовно, дві найважливіші речі, що забезпечують безпеку в автомобілі, не засновані на високотехнологічних компонентах: це гарна гума й думаючий і уважний водій. Але ніхто не застрахований від помилок, тому автомобільні компанії пропонують

безліч різноманітних розв'язків, що допомагають упоратися з непростю ситуацією на дорозі й тим самим запобігти дорожньо-транспортному випадку. У кожній компанії технології можуть називатися по-різному, але принцип роботи й функції в основному схожі.

Стрімкий розвиток електронних систем управління, а саме їхнє здешевлення та мінімізація розмірів, зумовлює появу нових видів електронних пристроїв, підвищення продуктивності електронних блоків управління застосовуваних на транспортних засобах. Останнім часом все більший ухил в розробці нових конструктивних рішень йде саме в сторону систем активної та пасивної безпеки автомобілів.

Найбільш відомими і затребуваними електронними системами активної безпеки автомобілів сьогодні є:

- Антиблокувальна система гальм (АБС) – це технологія, яка застосовується в автомобілях, яка дозволяє запобігти блокуванню коліс під час гальмування. Основний принцип роботи АБС полягає у контролі тиску в гальмівній системі кожного колеса. Коли датчики розпізнають початок блокування колеса, АБС автоматично регулює тиск на гальмі цього колеса, частково знижуючи його, а потім збільшуючи повторно, щоб забезпечити максимальне зчеплення з дорогою

У 1966 році першим серійним автомобілем з ABS став британський Jensen FF. Однак модель не мала успіху на ринку та перспективна технологія пройшла повз автолюбителів. Дійсно успішними стали 2 німецькі легенди: BMW E23 та Mercedes-Benz W116. Логіка роботи системи проста: під час гальмування колеса авто не повинні повністю блокуватися. Цього можна досягти багаторазовим натисканням на педаль гальма. Але якщо людина за секунду може викликати лише кілька спрацьовувань гальма, то автоматика – до 20 спрацьовувань. Внаслідок цього автомобіль скидає швидкість, але не втрачає керування.

У другому поколінні підхід до безпеки на дорозі змінився. З розвитком технологій на передній план почали виходити радары та камери, а в у 10-20-х роках ще й лідари. Сучасні електроради немов бачать оточення навколо себе та можуть його аналізувати

- антипробуксовочна система - електрогідравлічна система активної безпеки автомобіля, що призначена для запобігання втрати зчеплення коліс з дорогою та зниження динамічних навантажень на елементи трансмісії на неоднорідному дорожньому покритті шляхом контролю за пробуксовуванням ведучих коліс.

Дана система істотно спрощує керування автомобілем на мокрій дорозі або в інших умовах недостатнього зчеплення. За допомогою датчиків в реальному часі відстежується швидкість обертання коліс і, якщо виявляється початок пробуксовування одного з них, то система зменшує крутний момент, що подається на колеса від двигуна, або зменшує швидкість їх обертання вибірково підгальмовуванням.;

- Система стабілізації автомобіля, також звана електронною стабілізаційною програмою ESP (Electronic Stability Program), призначена для забезпечення стійкості та безпеки автомобіля при екстремальних ситуаціях на дорозі. Її основною метою є запобігання занесення або підкручування автомобіля при різких маневрах або на слизькій дорожній поверхні;

- Система розподілу гальмівних зусиль EBD (Electronic Brakeforce Distribution) є частиною гальмівної системи. Основне завдання EBD полягає у підтримці рівного тиску в системі гальм та запобіганні блокуванню коліс при різкому гальмуванні. Вона використовує інформацію від датчиків коліс, а також інших датчиків, щоб визначити, скільки гальмівного зусилля потрібно на кожному колесі.;

- Система автономного екстреного гальмування (Autonomous Emergency Braking,

АЕВ) – це технологія, яка використовується в автомобілях для запобігання зіткненням або зниження їх наслідків. АЕВ використовує датчики (камери або радар) для спостереження за дорожньою обстановкою перед автомобілем. Коли система виявляє загрозу зіткнення з перешкодою, вона автоматично активує гальма автомобіля, щоб запобігти чи обмежити силу зіткнення. Деякі системи АЕВ можуть навіть повністю зупинити автотранспорт, якщо велика небезпека зіткнення;

- система виявлення пішоходів;
- електронне блокування диференціала - система, яка, використовуючи штатні гальма, імітує блокування диференціала для покращення тягових властивостей автомобіля шляхом підгальмовування колеса, що буксує, тим самим передаючи крутний момент на колесо з кращим зчепленням..

Перераховані системи активної безпеки конструктивно пов'язані і тісно взаємодіють з гальмівною системою автомобіля і значно під-вищують її ефективність. Ряд електронних систем може управляти величиною крутного моменту через систему управління двигуном.

Є також допоміжні системи активної безпеки (асистенти), призначені для допомоги водієві в важких з точки зору водіння ситуаціях. Крім своєчасного попередження водія про можливу небезпеку, електронні системи здійснюють і активне втручання в управління автомобілем, використовуючи при цьому гальмівну систему і рульове управління.

До допоміжних систем активної безпеки відносяться наступні електронні системи:

- Система допомоги при різкому гальмуванні (BAS): Автоматично збільшує силу гальмування при виявленні різкого натискання на педаль гальма, щоб знизити зупинний шлях.

- Система контролю тиску в шинах (TPMS): Моніторить тиск у шинах та попереджає водія про небезпеку недостатнього тиску або втрати тиску.

- Система попередження про зіткнення (FCW): Використовує радар, лазери або камери для виявлення предметів або інших автомобілів на дорозі та попереджає водія про можливу небезпеку зіткнення.

- Система допомоги при паркуванні (PAS): Використовує датчики та камери для допомоги водієві при паркуванні, запобігаючи зіткненням з перешкодами.;

- система кругового огляду;

- Адаптивний круїз-контроль (ACC) – це система автоматичного контролю швидкості під час руху автомобіля. Вона використовує радар або лазерний датчик, щоб безперервно відстежувати відстань до транспорту, що рухається попереду, коригувати швидкість і дистанцію до нього.;

- система аварійного рульового управління;

- система допомоги руху по смузі;

- система допомоги при перестроюванні – Асистент зміни смуги руху (LCA).

Завдяки камерам, радарам і бортовому комп'ютеру автомобіль стежить за іншими учасниками руху. Мета: виявити небезпечне перестроювання, попередити водія і вжити заходів.;

- система нічного бачення;

- система розпізнавання дорожніх знаків – Розпізнавання дорожніх знаків (TSR).

Завдяки TSR бортова електроніка розпізнає дорожні знаки, відображає їх на навігаційній та/або приладовій панелі. Це один із безлічі компонентів автопілота; ;

- система контролю втоми водія;

- система допомоги при спуску;

- система допомоги при підйомі.

- Система автоматичного перемикання світла на автомобілі називається автоматичним увімкненням фар (Automatic Headlights). Ця функція дозволяє автомобілю визначати умови освітлення та автоматично вмикати або вимикати фари залежно від того, чи потрібні вони на даний момент.

Проміжне становище між активними і пасивними системами безпеки займають превентивні (попереджувальні) електронні системи безпеки. Превентивна система безпеки (інше найменування - система попередження зіткнення) покликана уникнути зіткнення, а якщо воно сталося - зменшити тяжкість аварії.

Залежно від конструкції конкретної електронної системи в ній можуть бути реалізовані наступні функції:

- попередження водія про небезпеку зіткнення;
- підготовка гальмівної системи до екстреного гальмування;
- активація окремих пристроїв пасивної безпеки;
- часткове або повне автоматичне гальмування.

Для реалізації даних функцій в превентивних системах безпеки використовуються технології адаптивного круїз-контролю, системи динамічної стабілізації, системи пасивної безпеки. Ряд превентивних систем, що реалізують функцію автоматичного гальмування, носять назву систем екстреного гальмування. Таким чином, превентивна система безпеки - це ефективний симбіоз систем активної і пасивної безпеки. В даний час превентивні системи безпеки досить широко поширені і активно впроваджуються на легкові автомобілі.

Конструктори автомобільної техніки постійно впроваджують все нові і нові засоби для підвищення безпеки руху на базі досягнень сучасної мікроелектроніки та комп'ютерної техніки.

В перспективі – перехід на автоматичне керування транспортними засобами як більш надійне у порівнянні з можливостями людини.

1.3 Пасивна безпека автомобіля

Пасивна безпека - сукупність конструктивних і експлуатаційних властивостей автомобіля, спрямованих на зниження тяжкості дорожньо-транспортної події [2, 38]. Пасивна безпека об'єднує елементи та системи автомобіля які включаються у роботу безпосередньо у момент аварії. Їх головне завдання – врятувати життя пасажирів і звести ймовірність виникнення травм до мінімуму.

Система повинна забезпечувати захист не тільки пасажирів і конкретного автомобіля, а й інших учасників дорожнього руху. Найважливішими компонентами системи пасивної безпеки автомобіля є:

У 60-і роки минулого століття вийшла у світ книга вашингтонського ад-воката Ральфа Нейдера, де він привів безліч фактів ДТП у вигляді зіткнень автомобілів, їх перекидання і займання, що призводили до людських жертв і травматизму, яких, по його висновках, можна було уникнути, якби автомобілі про-ектувалися навіть з мінімальним врахуванням факторів безпеки. Потужні організації на захист прав автомобілістів, що з'явилися незабаром після появи книги, почали боротьбу за безпеку транспортних засобів, яка була підтримана владою країн Європи і Північної Америки. Багатьом вимогам широкої громадськості була надана сила закону.

Автомобілебудівники були вимушені відреагувати на те, що відбувається і перше, що вони зробили, це переглянули свої підходи до конструювальних схем і проектування

кузовів автомобілів, де на перше місце поставили вимогу захисту водія і пасажирів в ДТП. Коротко ці підходи можна сформулювати так:

- Салон автомобіля – капсула, зона максимальної безпеки, яка має бути немнучкою ні спереду, ні ззаду, ні із сторін.

- Ніщо з устаткування в салоні не має бути травмонебезпечним для водія і пасажирів.

- Все, що в автомобілі навколо капсули безпеки, повинно гасити кінетичну енергію зіткнення, знижуючи вірогідність ушкодження капсули. А двигун, агрегати трансмісії і вузли підвісок повинні "йти" під неї.

- Розміщення паливного бака, паливних магістралей і інших елементів паливної системи, а також елементів електричних і електронних систем має бути таким, щоб вірогідність виникнення пожежі була мінімальною.

- Стійкість до перекидання повинна бути максимальна. Розрізняють зовнішню і внутрішню пасивну безпеку автомобіля.

Зовнішня пасивна безпека зменшує травматизм інших учасників руху: пішоходів, водіїв і пасажирів інших транспортних засобів, залучених в ДТП, а також зменшує механічні ушкодження самих автомобілів. Це досягається конс-труктивним виключенням із зовнішньої поверхні кузова гострих кутів, виступаючих ручок, інших елементів.

До внутрішньої пасивної безпеки автомобіля пред'являються дві основні вимоги: створення умов, при яких людина могла б безпечно витримати значні перевантаження та виключення травмонебезпечних елементів в салоні (кабіні).

Основа сучасного захисту людей – частини кузова, що деформуються при ударі і поглинають його енергію, міцні дуги безпеки, посилені передні стойки даху, травмобезпечні (м'які, без гострих кутів, ребер, кромки і тому подібне) деталі інтер'єру автомобіля, які створюють певні «решітку безпеки» для водія та пасажирів. Діючі нормативні документи встановлюють лише критерії тяжкості ушкоджень людей при зіткненнях в заданих умовах – по напрямку удару, швидкості, положенню перешкоди і тому подібне. Способи виконання цих ви-мог не регламентовані. При тяжкій аварії відбувається різке зменшення швид-кості, яке призводить до значних перевантажень на тіла людей, які можуть бути фатальними. Тому ставиться задача знайти спосіб

«розтягування» цього пере-вантаження у часі та по поверхні тіла. Розроблена система пасивної безпеки SRS2 повинна при зіткненні автомобіля утримувати людину на місці, щоб, без-контрольно переміщаючись по салону, водій і пасажир не травмували один об одного або об деталі кузова і інтер'єру. Система включає наступні елементи:

- ремені безпеки, у тому числі інерційні та з попереднім натягом;
- подушки безпеки;
- гнучкі або м'які елементи передньої панелі;
- рульову колонку, що складається при фронтальному ударі;
- травмобезпечний педальний вузол - при зіткненні педаль відділяються від місць кріплення і зменшують ризик ушкодження ніг водія;
- енергопоглинаючі елементи передньої і задньої частин автомобіля, що мнуться при ударі (бампери);
- підголовники сидінь, шиї пасажира, що захищають від серйозних травм, при ударі автомобіля ззаду;
- безпечні стекла - загартовані, які при руйнуванні розсипаються на безліч негострих осколків і триплекс;
- дуги безпеки, посилені передні стойки даху і верхня рамка вітрового скла в

родстерах і кабриолетах;
- поперечні бруси в дверях.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке активна безпека автомобіля та які її основні завдання?
2. Які фактори формують активну безпеку транспортного засобу?
3. У чому полягає роль електронних систем управління у зменшенні аварійності дорожнього руху?
4. Поясніть принцип роботи антиблокувальної системи гальм (ABS) та її вплив на керуваність автомобіля.
5. Яке призначення антипробуксовочної системи (TCS) та як вона взаємодіє з системою управління двигуном і гальмами?
6. Чим відрізняється система стабілізації руху (ESP) від системи розподілу гальмівних зусиль (EBD)?
7. Які функції виконують превентивні системи безпеки та в чому полягає їх відмінність від активних і пасивних систем?
8. Наведіть приклади допоміжних систем активної безпеки (асистентів водія) та поясніть їх призначення.
9. Що таке пасивна безпека автомобіля та які її основні конструктивні принципи?
10. Які елементи входять до системи пасивної безпеки SRS та як вони зменшують тяжкість наслідків ДТП?

ТЕМА 2 ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЛЬМУВАННЯМ ТА СТАБІЛЬНІСТЮ АВТОМОБІЛЯ

Існує кілька причин для розробки системи антиблокування гальм (anti-lock brakes – ABS). Якщо при гальмуванні одне або більше коліс транспортного засобу блокується (починає ковзати), виникає ряд неприємних наслідків:

- збільшується гальмівний шлях;
- втрачається контроль над кермом;
- ненормально зношуються шини.

Блокування коліс з великою ймовірністю може призвести до нещасного випадку. Найкраще уповільнення транспортного засобу досягається тоді, коли в гальмівній системі має місце максимальне перетворення кінетичної енергії автомобіля в теплову енергію на гальмівних дисках і барабанах.

Шина що проковзує навіть на сухій дорозі, далеко не забезпечує досягнення граничного можливого потенціалу цього процесу. Так, досвідчений водій може сам підкачувати гальма, натискаючи і відпускаючи педаль, для запобігання блокування гальм, але електронний контроль дозволяє досягти набагато кращих результатів.

ABS вже стало звичайною функцією навіть на недорогих автомобілях, а це істотний внесок у безпеку автомобільного руху. Важливо пам'ятати, однак, що при нормальному русі система не призначена для того, щоб максимально швидко розгони змінювалися максимально короткими гальмуваннями.

Робота система повинна розглядатися як допомога тільки в критичному стані. На рис. 2.1 схематично показано, як ABS може допомогти в підтримці керуваності автомобіля навіть при дуже важких умовах гальмування.

2.1 Вимоги до ABS

Хороший спосіб проаналізувати дію складної системи полягає в тому, щоб задатися питанням: «Що повинна система бути в змозі зробити?» Іншими словами, які вимоги до системи? Ці вимоги для ABS ми розглянемо далі, в розділах з підзаголовками.

Відмовостійка система. У разі відмови системи ABS звичайні гальма повинні спрацьовувати на максимумі своїх можливостей. Крім того, водій повинен отримати попередження про відмову. Попередження зазвичай реалізується за допомогою простого індикатора.

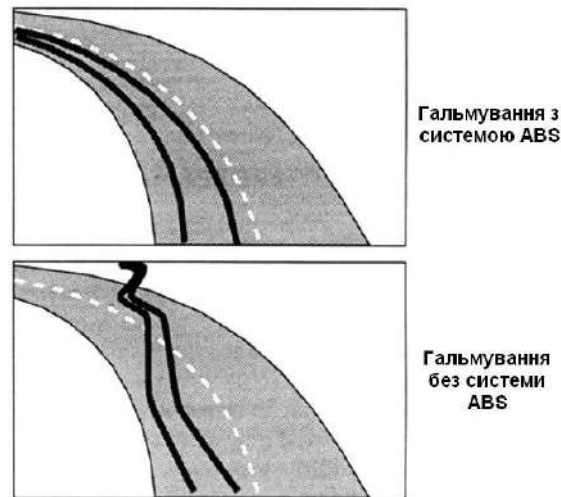


Рисунок 2.1 – ABS може допомогти в підтримці керованості автомобіля

Маневреність автомобіля повинна бути збережена.

Слухняність машини керма та зчеплення з дорогою, не повинні зникнути при включенні системи ABS. Це – ключове питання, оскільки водієві важливо бути в змозі ухилитися від небезпеки, хоча може гальмування часто виявляється найкращим чином дії.

Реакція повинна бути негайною.

Навіть на короткій відстані система повинна реагувати так, щоб найкраще використовувати зчеплення з дорогою. Реакція повинна бути адекватною незалежно від того, натискає водій на гальма м'яко або нетерпляче вдаряє по ним щосили.

Вплив на рух.

Нормальний рух і маневрування не повинні надавати ніякої реакції на педаль гальма. Стійкість і слухняність керма повинні бути збережені при всіх дорожніх умовах. Система повинна

також адаптуватися до гістерезису гальмування, тобто режиму, коли гальма натискають, відпускають, а потім знову натискають. Навіть якщо колеса з одного боку знаходяться, наприклад, на сухому асфальтованому шосе, а з іншого боку – на льоду, занос (обертання навколо вертикальної осі) транспортного засобу повинен бути зведений до мінімуму, і якщо проявлятися, то настільки повільно, щоб дати водієві можливість його компенсувати.

Керовані колеса.

У загальному випадку, принаймні одне колесо на кожній стороні транспортного засобу має контролюватися окремою ланкою. Тепер це є спільним принципом для всіх чотирьох коліс, які на пасажирських автомобілях керуються незалежно один від іншого.

Робота в широкому діапазоні швидкостей.

Система повинна працювати При будь-якому зниженні швидкості аж до прогулянкової. На цій дуже повільній швидкості, навіть коли колеса заблоковані,

транспортний засіб набуває нерухомий стан дуже швидко.

Інші умови роботи.

Система повинна бути в змозі розпізнати аквапланування і зреагувати відповідно. Вона повинна також залишатися працездатною на нерівній дорожній поверхні.

Є ще одна область, в якій система поки недосконала – це гальмування на повільній швидкості по снігу. ABS фактично збільшує гальмівний шлях по снігу, але напрямок рулювання буде збережено. Це, як вважають, є розумним рішенням.

В експлуатації знаходиться безліч різних типів систем антиблокування гальм, але всі вони намагаються відповідати викладеним вище вимогам.

2.2 Загальний опис системи

Як і у випадку з усіма іншими системами, ABS можна розглядати як центральний блок керування з рядом входів і виходів. Система ABS представлена блок-схемою системи керування із замкнутим контуром (рис. 2.2). Найважливіші з входів – датчики швидкості колеса, а головний вихід – деяка форма контролю тиску і гальмівної системи

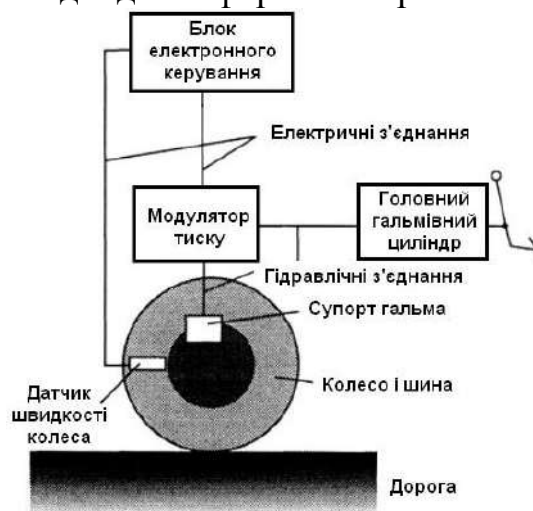


Рисунок 2.2 – Система антиблокування гальм

Завдання блоку керування полягає в тому, щоб порівняти сигнали від кожного датчика колеса для виміру прискорення або уповільнення кожного з коліс. За цими даними і заздалегідь запрограмованим довідковими таблицями може регулюватися гальмівний тиск в одному або більшій кількості коліс.

Гальмівний тиск може бути зменшений, підтримуватися постійним або збільшуватися. Максимальний тиск визначається тиском водія на педаль гальма.

Система під час роботи використовує або управляє великою кількістю різних параметрів, перелік яких наведено нижче.

Тиск на педаль. Визначається водієм.

Тиск в гальмах. При нормальному гальмуванні він пропорційний тиску педалі, але під контролем ABS може бути зменшений, збережений або збільшений.

Регульований змінний параметр.

Це, фактично, швидкість колеса, по якій можна визначити його прискорення, уповільнення або прослизання, швидкість залежить від зміни тиску в гальмівних контурах.

Умови дороги / автомобіля.

Система може враховувати навантаження автомобіля, стан дороги, стан шин і умови функціонування гальмівної системи. За сигналами датчиків швидкості колеса ECU

обчислює перераховані нижче величини.

Відносна швидкість транспортного засобу.

Відносна швидкість визначається по комбінації сигналів датчиків двох діагональних коліс. Після початку гальмування ECU використовує це значення.

Прискорення або уповільнення колеса.

Значення прискорення або уповільнення колеса постійно змінюються.

Прослизання гальма не може бути виміряне безпосередньо, але його можливо обчислити по відносній швидкості транспортного засобу. Це значення далі використовується, щоб визначити, коли ABS повинне узяти під свій контроль гальмівний тиск

Уповільнення транспортного засобу.

В процесі керування гальмівним тиском ECU використовує відносну швидкість транспортного засобу в якості відправної точки і задає її лінійне зменшення. Прискорення уповільнення визначається за сигналам отриманим від датчиків всіх коліс.

Ведучі й ведені колеса на автомобілі потрібно розглядати по-різному, оскільки вони ведуть себе при гальмуванні відмінно один від одного. Логічна комбінації уповільнення / прискорення коліс і ковзання використовується як керуюча змінна. Фактична стратегія, застосовувана системою керування, змінюється залежно від умови гальмування.

2.3 Компоненти ABS

Різні виробники включають в систему безліч різних компонентів. У більшості систем, однак, існують три головних компонента:

- датчики швидкості колеса;
- електронний блок керування;
- гідравлічний модулятор.

Датчики швидкості колеса.

Більшість датчиків швидкості коліс – прості індуктивні датчики, які працюють в комплексі з зубчастим колесом. Вони складаються з постійного магніту і стрижня з м'якого заліза, наякому намотана котушка. Оскільки зубчасте колесо обертається, зміни в магнітному опорі магнітного ланцюга викликають сигнал, частота і напруга якого пропорційні швидкості обертання колеса. Частота – сигнал, який використовується електронним блоком керування. Опір котушки близько 1 кОм. Для її з'єднання з блоком ECU використовується коаксіальний кабель, щоб запобігти інтерференції, що спотворює сигнал. Деякі системи тепер використовують датчики з ефектом Холла.

Електронний блок керування.

Функція ECU (на рис. 2.3 показана частина ECU) полягає в тому, щоб отримати інформацію від датчиків коліс і обчислити найкращий порядок дій для гідравлічного модулятора. Серце сучасного ECU складається з двох мікропроцесорів типу Motorola 68HC11, які працюють по однаковій програмі незалежно один від одного.

Це гарантує велику безпеку при будь-якій помилці, яка могла б несприятливо вплинути на якість гальмування, тому функціонування кожного процесора має бути ідентичним. Якщо помилку виявлено, ABS відключається і загоряється індикатор попередження. Обидва процесора мають незалежну пам'ять, в яку можуть бути записані коди помилки (для подальшої діагностики й обслуговуванні). ECU також має каскади обробки вхідних сигналів і вихід, тобто потужні каскади для керування приводом модулятора.

ЕСU виконує самоперевірку після того, як ввімкнено запалювання. Відмова негайно призводить до відключення системи. Далі у списку перераховані параметри самоперевірки:

- струм від джерела живлення;
- зовнішні і внутрішні інтерфейси;
- передача даних;
- зв'язок між процесорами;
- операції клапанів і реле;
- операція контролю пам'яті помилок;
- функції читання та запису у внутрішню пам'ять. Все це займає приблизно 300

мс.

Гідравлічний модулятор, показаний на рис. 2.4 має три робочі положення:

- збільшення тиску – гальмівна магістраль до головного циліндра відкривається;
- зниження тиску – гальмівна магістраль з'єднується з акумулятором гальмівної рідини;
- утримання тиску – гальмівна магістраль закрита.

Клапанами керують електричні соленоїди, які завдяки низькій індуктивності мають малий час реакції. Електродвигун працює тільки тоді, коли ABS активована.

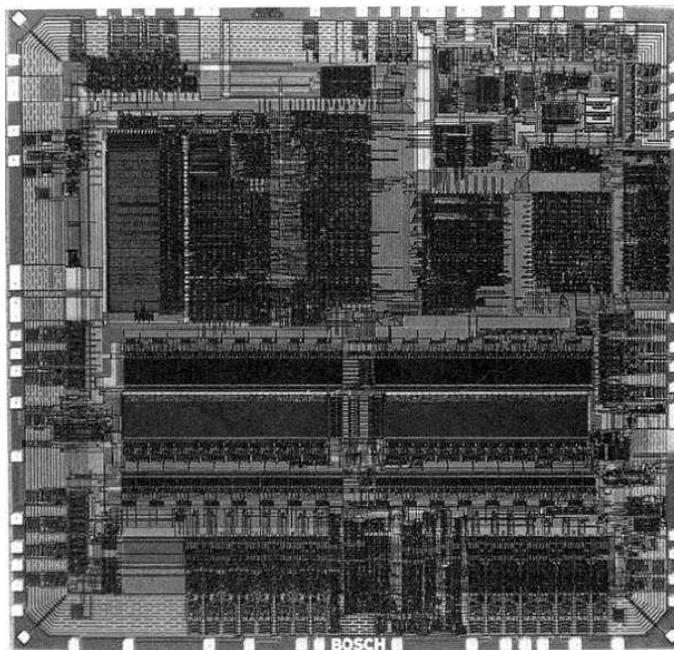


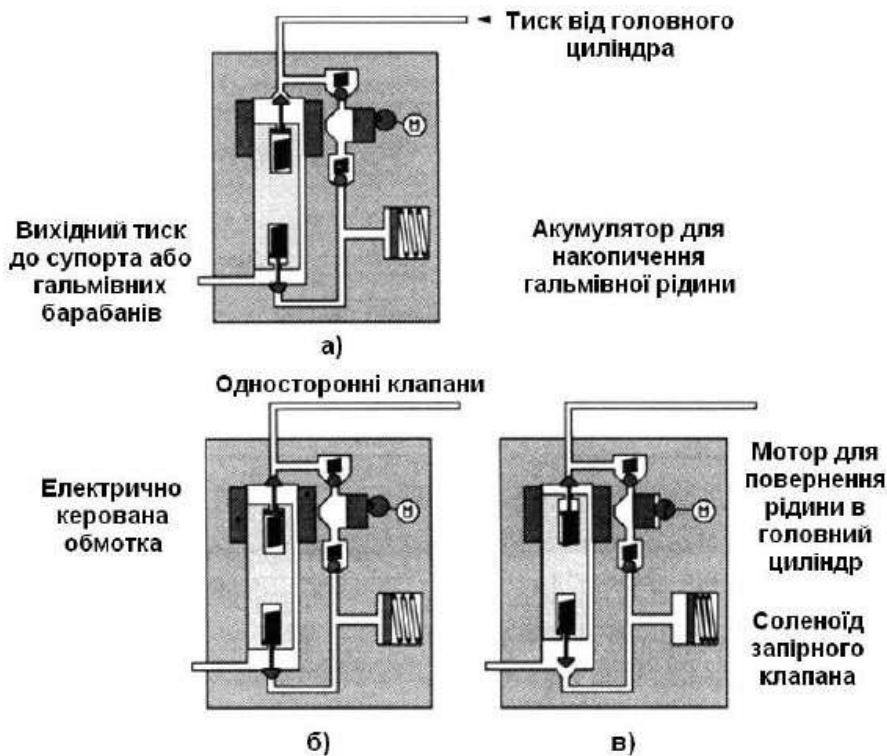
Рисунок 2.3 – Мікропроцесор використовується в блоці управління ABS

2.4 Керування гальмами системою ABS

Керування тиском за допомогою ABS може бути зведене до деякого числа фаз, описаних далі.

Початок керування тиском гальмування.

Початок функціонування ABS відомий як «первинний контроль циклу згладжування». Ця стадія згладжування необхідна, щоб не реагувати на незначні збурення типу нерівної дорожньої поверхні, яка може викликати зміну в сигналах датчиків коліс. Поріг чутливості є критичною величиною, так як якщо б реакції системи була занадто швидкою, то це не сподобалося б водієві і викликало б небажаний знос компонентів пристрою. При занадто запізній реакції контроль над кермом і стійкість автомобіля могли б бути втрачені на першій фазі керування.



а – фаза збільшення тиску; б – фаза утримання тиску; в – фаза зниження тиску
Рисунок 2.4 – Гідравлічний модулятор ABS

Керування гальмами на рівній дорожній поверхні.

При цих ідеальних умовах ступінь зчеплення майже постійне. ABS у цих умовах працює найкраще, частота регулювання відносно низька, з невеликими змінами в тиску гальмування.

Занос транспортного засобу (обертання навколо вертикальної осі, відхиляючий момент).

При гальмуванні на дорожній поверхні з різним зчепленням під лівими і правими колесами, транспортний засіб буде відхилятися від курсу або почне обертатися. Водій може впоратися з цим з допомогою рульового колеса, якщо в нього є достатньо часу для маневру. Впоратися з ситуацією можна й іншим способом зниженням тиску на інше переднє колесо в той момент, коли переднє колесо з поганим зчепленням з дорогою стає нестабільним. Це допомагає зменшити занос транспортного засобу, що особливо важливо, коли з'являється значний кут між транспортним засобом і віссю дороги.

Вібрація осі.

На нерівних дорогах часто і випадковим чином має місце нестійкість швидкості коліс. Через цю нестійкість тиск гальмування має тенденцію більшою мірою падати, ніж рости, під час дії ABS. Це могло б призвести до втрати гальмування при певних умовах. Тому необхідна адаптація системи до локальних умов, щоб подолати цю проблему. Збільшення тиску гальмування здійснюється легше протягом періоду сильного росту прискорення колеса після моменту нестабільності. У сучасних системах м'якої підвіски вісь колеса може бути схильна до вібрації. Ця вібрація може викликати додаткові наведені сигнали від датчиків швидкості коліс. Окреслені прискорення можуть виявитися точно такими ж, що і для фактичних нестабільних умов гальмування. Невелика затримка реакції ABS, обумовлена затримкою в згладжуванні сигналу – час, витрачений на те, щоб перемістити клапани керування. Запізнення у гальмівних магістралях допомагає зменшувати ефект вібрації осі. Регулярна частота коливань може бути визначена блоком керування. Коли виявляються коливання осі, система використовує постійний тиск гальмування.

2.5 Стратегія керування

Основні положення стратегії функціонування системи антиблокування гальм можуть бути підсумовані наступним чином:

- швидке зниження тиску в гальмах в момент нестійкості швидкості колеса, щоб колесо могло швидко повернутися в режим прискорення. При цьому зниження тиску незначне, і режим гальмування може бути знову відновлений;
- швидке підвищення тиску гальмування в період і після періоду повторного прискорення до тиску трохи меншого, ніж тиск нестійкого стану;
- дискретне збільшення тиску гальмування в разі збільшеного зчеплення з дорогою;
- вибір чутливості, що підходить для превалюючих умов руху;
- гальмування не повинне бути ініційовано системою антиблокування в разі вібрації осі.

Застосування цих п'яти основних вимог призводить до необхідності пошуку компромісу між ними. Програмування процесу гальмування і випробування дослідних зразків дозволяє зменшити рівень компромісу, але з деякими незручностями все одно доводиться миритися. Очевидним прикладом цього є гальмування по нерівній землі в глибокому снігу, оскільки уповільнення тут менш ефективно, якщо колеса не заблоковані. У цьому прикладі пріоритет віддається стабільності, а не гальмівному шляху, оскільки контроль напрямку руху при таких обставинах потребує менше часу.

2.6 Варіанти системи ABS

В одному з нестандартних підходів до ABS використовується пружина і електродвигун, щоб створити умови гальмування зі зменшенням, утриманням або збільшенням тиску в гальмах.

Потенційна перевага цього технічного прийому полягає в тому, що реакція системи виходить рівною, а не пульсуючою. На рис. 8.5 показана компоновка системи з мотором і пружиною.

2.7 Антипробуксовочна система

Антипробуксовочна система (інше найменування – протибуксовочна система) призначена для запобігання пробуксовки ведучих коліс.

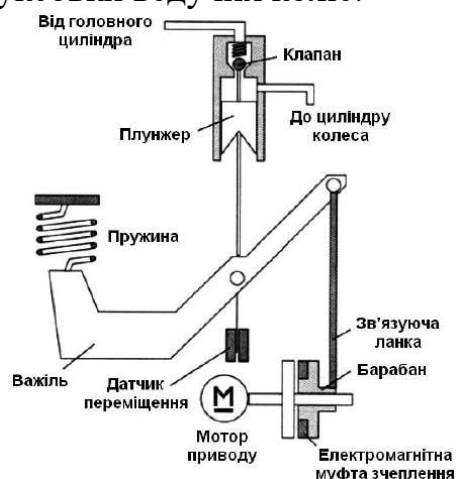


Рисунок 2.5 – Система антиблокування гальм з електромотором і пружиною

Залежно від виробника антипробуксовочна система має наступні торговельні назви:

- ASR (Automatic Slip Regulation, Acceleration Slip Regulation) на автомобілях Mercedes, Volkswagen, Audi та ін.;
- ASC (Anti-Slip Control) на автомобілях BMW;
- A-TRAC (Active Traction Control) на автомобілях Toyota;
- DSA (Dynamic Safety) на автомобілях Opel;
- DTC (Dynamic Traction Control) на автомобілях BMW;
- ETC (Electronic Traction Control) на автомобілях Range Rover;
- ETS (Electronic Traction System) на автомобілях Mercedes;
- STC (System Traction Control) на автомобілях Volvo;
- TCS (Traction Control System) на автомобілях Honda;
- TRC (Traking Control) на автомобілях Toyota.
-



Рисунок 2.6 – Процес буксування автомобіля в піску

Незважаючи на різноманіття назв, конструкція і принцип роботи даних протибуксовочних систем багато в чому схожі, тому розглянуті на прикладі однієї з найпоширеніших систем – системи ASR. Антипробуксовочна система побудована на конструктивній основі антиблокувальної системи гальм.

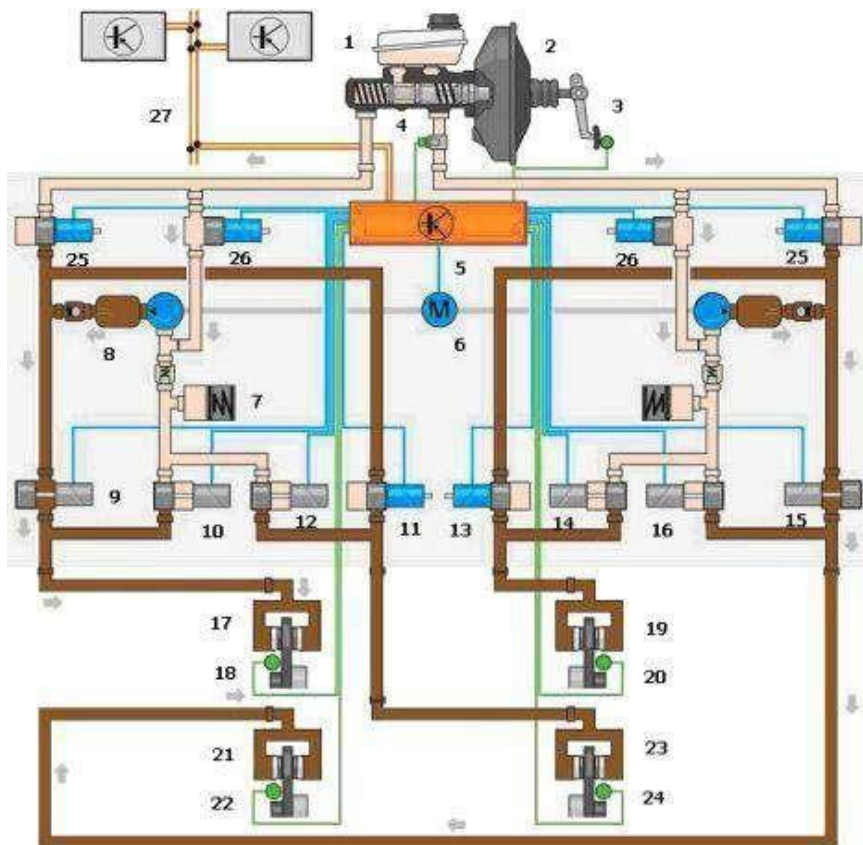
В системі ASR реалізовані дві функції: електронне блокування диференціала і керування крутним моментом двигуна. Для реалізації протибуксовочних функцій в системі використовується насос зворотної подачі і додаткові електромагнітні клапани (перемикаючий і клапан високого тиску) на кожне з ведучих коліс в гідравлічному блоці ABS.

Керування системою ASR здійснюється за рахунок відповідного програмного забезпечення, включеного в блок керування ABS. У своїй роботі блок керування ABS/ASR взаємодіє з блоком керування двигуном.

Принцип роботи антипробуксовочної системи.

Система ASR попереджає пробуксовку коліс у всьому діапазоні швидкостей автомобіля:

- при низьких швидкостях руху (від 0 до 80 км/год) система забезпечує передачу крутного моменту за рахунок пригальмовування ведучих коліс;
- при швидкості вище 80 км/год зусилля регулюються за рахунок зменшення крутного моменту двигуна.



1 – компенсацийний бачок; 2 – вакуумний підсилювач гальм; 3 – датчик положення педалі гальма; 4 – датчик тиску в гальм. системі; 5 – блок керування; 6 – насос зворотної подачі; 7 – акумулятор тиску; 8 – демпфуюча камера; 9 – впускний клапан попереду. лівого гальм. механізму; 10 – випускн. клапан приводу попереду. лівого гальм. механізму; 11 – впускн. клапан приводу задн. правого гальм. механізму; 12 – випускн. клапан приводу задн. правого гальм. механізму; 13 – впускн. клапан приводу передн. правого гальм. механізму; 14 – випускн. клапан приводу передн. правого гальм. механізму; 15 – впускн. клапан приводу задн. лівого гальм. механізму; 16 – випускн. клапан приводу задн. лівого гальм. механізму; 17 – передній лівий гальм. циліндр; 18 – датчик частоти обертання передн. лівого колеса; 19 – передній правий гальм. циліндр; 20 – датчик частоти обертання передн. правого колеса; 21 – задній лівий гальм. циліндр; 22 – датчик частоти обертання задн. лівого колеса; 23 – задній правий гальм. циліндр; 24 – датчик частоти обертання задн. правого колеса; 25 – перемикальний клапан; 26 – клапан високого тиску; 27 – шина даних

Рисунок 2.7 – Схема антипробуксовочної системи ASR

На підставі сигналів датчиків частоти обертання коліс блок керування ABS/ASR визначає наступні характеристики:

- кутове прискорення ведучих коліс;
- швидкість руху автомобіля (на підставі кутової швидкості неприводних коліс);
- характер руху автомобіля – прямолінійний або криволінійний (на підставі порівняння кутових швидкостей неприводних коліс);
- величину проковзування ведучих коліс (на підставі різниці кутових швидкостей приводних і неприводних коліс).

Залежно від поточного значення експлуатаційних характеристик здійснюється керування гальмівним тиском або керування крутним моментом двигуна.

Керування гальмівним тиском здійснюється циклічно. Робочий цикл має три фази – збільшення тиску, утримання тиску і скидання тиску. Збільшення тиску гальмівної рідини в контурі забезпечує гальмування ведучого колеса. Воно проводиться за рахунок включення насоса зворотної подачі, закриття перемикаючого клапана і відкриття клапана

високого тиску. Утримання тиску досягається за рахунок відключення насоса зворотної подачі. Скидання тиску здійснюється після закінчення пробуксовки при відкритих впускному і перемикаючому клапанах. При необхідності цикл роботи повторюється.

Керування крутним моментом двигуна здійснюється у взаємодії з системою керування двигуном. На підставі інформації про проковзування ведучих коліс, одержуваної від датчиків кутової швидкості коліс, і фактичній величині крутного моменту, одержуваної від блоку керування двигуном, блок керування протибуксовочної системи обчислює величину необхідного крутного моменту. Дана інформація передається в блок керування системи керування двигуном і реалізується за допомогою різних дій:

- зміни положення дросельної заслінки;
- пропуску впорскувань палива в системі впорскування;
- пропуску імпульсів запалювання або зміни кута випередження запалювання в системі запалювання;
- скасування перемикання передач в автомобілях з автоматичною коробкою передач.

При спрацюванні протибуксовочної системи спалахує контрольна лампа на панелі приладів. Система має можливість відключення.

2.8 Система курсової стійкості

Система курсової стійкості (інше найменування – система динамічної стабілізації) призначена для збереження стійкості і керованості автомобіля за рахунок завчасного визначення та усунення критичної ситуації.



Рисунок 2.8 – Критичний занос автомобіля

З 2011 року оснащення системою курсової стійкості нових легкових автомобілів є обов'язковим в США, Канаді, країнах Євросоюзу. Система дозволяє утримувати автомобіль в межах заданої водієм траєкторії при різних режимах руху (розгоні, гальмуванні, русі по прямій, в поворотах і при вільному коченні).

Залежно від виробника розрізняють наступні назви системи курсової стійкості:

- ESP (Electronic Stability Programme) на більшості автомобілів в Європі й Америці;
- ESC (Electronic Stability Control) на автомобілях Honda, Kia, Hyundai;
- DSC (Dynamic Stability Control) на автомобілях BMW, Jaguar, Rover;
- DTSC (Dynamic Stability Traction Control) на автомобілях Volvo;
- VSA (Vehicle Stability Assist) на автомобілях Honda, Acura;
- VSC (Vehicle Stability Control) на автомобілях Toyota;
- VDC (Vehicle Dynamic Control) на автомобілях Infiniti, Nissan, Subaru.

Будова і принцип дії системи курсової стійкості розглянуті на прикладі найпоширенішої системи ESP, яка випускається з 1995 року.

Будова системи курсової стійкості.

Система курсової стійкості є системою активної безпеки більш високого рівня і включає антиблокувальну систему гальм (ABS), систему розподілу гальмівних зусиль (EBD), електронне блокування диференціала (EDS), антипробуксовочну систему (ASR).

Система курсової стійкості об'єднує вхідні датчики, блок керування і гідравлічний блок в якості виконавчого пристрою.

Вхідні датчики фіксують конкретні параметри автомобіля і перетворюють їх в електричні сигнали. За допомогою датчиків система динамічної стабілізації оцінює дії водія і параметри руху автомобіля.

Використовуються в оцінці дій водія датчики кута повороту рульового колеса, тиску в гальмівній системі, вимикач стоп- сигналу. Оцінюють фактичні параметри руху датчики частоти обертання коліс, поздовжнього і поперечного прискорення, кутової швидкості автомобіля, тиску в гальмівній системі.

Блок керування системи ESP приймає сигнали від датчиків і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої підконтрольних систем активної безпеки:

- впускні і випускні клапани системи ABS;
- перемикачі і клапани високого тиску системи ASR;
- контрольні лампи системи ESP, системи ABS, гальмівної системи.

У своїй роботі блок керування ESP взаємодіє з системою керування двигуном і автоматичної коробки передач (через відповідні блоки).

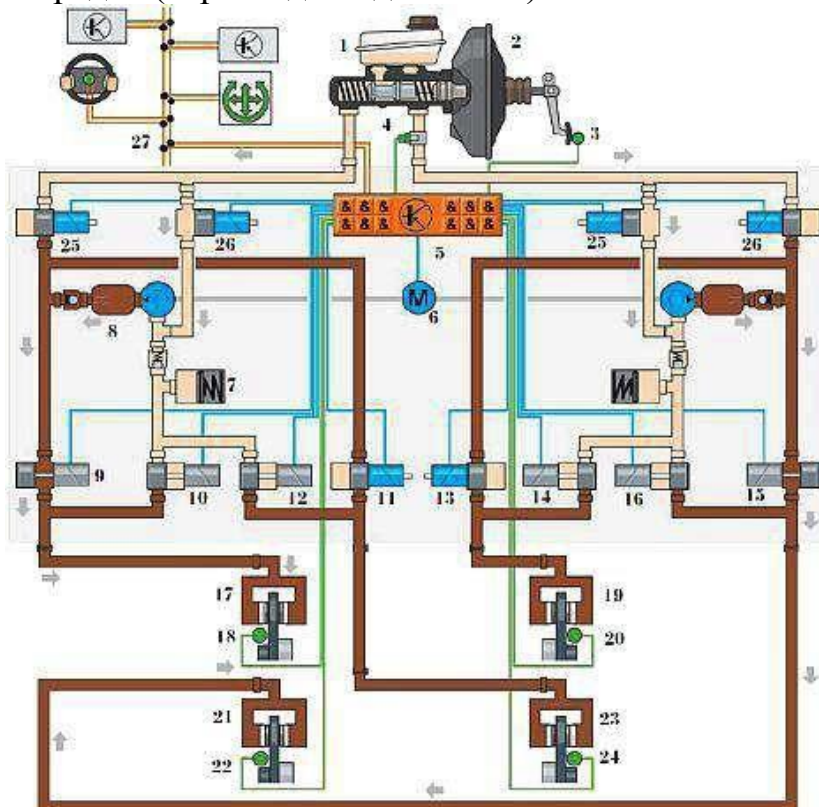


Рисунок 2.9 – Схема системи курсової стійкості ESP (позначення позицій ідентичні рис. 2.7)

Крім прийому сигналів від цих систем блок керування формує керуючі впливи на елементи системи керування двигуном і АКПП. Для роботи системи динамічної стабілізації використовується гідравлічний блок системи ABS/ASR з усіма компонентами.

Принцип роботи системи курсової стійкості.

Визначення настання аварійної ситуації здійснюється шляхом порівняння дій водія і параметрів руху автомобіля. У разі, коли дії водія (бажані параметри руху) відрізняються від фактичних параметрів руху автомобіля, система ESP розпізнає ситуацію як неконтрольовану і включається в роботу.

Стабілізація руху автомобіля за допомогою системи курсової стійкості може досягатися кількома способами:

- підгальмовуванням певних коліс;
- зміною крутного моменту двигуна;
- зміною кута повороту передніх коліс (при наявності системи активного рульового керування);
- зміною ступеня демпфірування амортизаторів (при наявності адаптивної підвіски).

При недостатній поворотності система ESP запобігає відведення автомобіля назовні за межі траєкторії повороту, пригальмовуючи заднє внутрішнє колесо і змінюючи крутний момент двигуна.

При надлишковій поворотності заносу автомобіля в повороті запобігає підгальмовування переднього зовнішнього колеса і зміною крутного моменту двигуна.

Пригальмовування коліс проводиться шляхом включення в роботу відповідних систем активної безпеки. Робота при цьому носить циклічний характер: збільшення тиску, утримання тиску і скидання тиску в гальмівній системі.

Зміна крутного моменту двигуна в системі ESP може здійснюватися кількома шляхами:

- зміною положення дросельної заслінки;
- пропуском впорскування палива;
- пропуском імпульсів запалювання;
- зміною кута випередження запалювання;
- скасуванням перемикання передачі в АКПП;
- перерозподілом крутного моменту між осями (при наявності повного приводу).

Система, яка об'єднує систему курсової стійкості, рульове керування і підвіску носить назву інтегрованої системи керування динамікою автомобіля.

Додаткові функції системи курсової стійкості.

У конструкції системи курсової стійкості можуть бути реалізовані наступні додаткові функції (підсистеми): гідравлічний підсилювач гальм, запобігання перекидання, запобігання зіткненню, стабілізації автопоїзда, підвищення ефективності гальм при нагріванні, видалення вологи з гальмівних дисків, тощо.

Всі перераховані системи, в основному, не мають своїх конструктивних елементів, а є програмним розширенням системи ESP.

Система запобігання перекидання ROP (Roll Over Prevention) стабілізує рух автомобіля при загрозі перекидання. Запобігання перекидання досягається за рахунок зменшення поперечного прискорення шляхом пригальмовування передніх коліс і зниження крутного моменту двигуна. Додатковий тиск в гальмівній системі створюється за допомогою активного підсилювача гальм.

Система запобігання зіткнення (Braking Guard) може бути реалізована в автомобілі, оснащеному адаптивним круїз- контролем. Система запобігає небезпеці зіткнення за допомогою візуальних і звукових сигналів, а в критичній ситуації – шляхом

нагнітання тиску в гальмівній системі (автоматичного включення насоса зворотної подачі).

Система стабілізації автопоїзда може бути реалізована в автомобілі, обладнаним тягово-зчіпним пристроєм. Система запобігає нищпоренню причепа під час руху автомобіля, яке досягається за рахунок гальмування коліс або зниження крутного моменту.

Система підвищення ефективності гальм при нагріванні FBS (Fading Brake Support, інше найменування – Over Boost) запобігає недостатнє зчеплення гальмівних колодок з гальмівними дисками, що виникає при нагріванні, шляхом додаткового збільшення тиску в гальмівному приводі.

Система видалення вологи з гальмівних дисків активується на швидкості понад 50 км/год і включених склоочисниках. Принцип роботи системи полягає в короткочасному підвищенні тиску в контурі передніх коліс, за рахунок чого гальмівні колодки притискаються до дисків і відбувається нагрівання дисків і випаровування вологи.

2.9 Система керування динамікою автомобіля

Об'єднання різних електронних систем автомобіля в мережу, крім обміну інформацією, дозволяє організувати їх спільну роботу. На цьому принципі побудована система інтегрованого

керування динамікою автомобіля. Система об'єднує систему курсової стійкості, рульове керування, трансмісію і підвіску автомобіля, які до цього працювали самостійно.

Система керування динамікою автомобіля призначена для підтримки курсової стійкості, підвищення маневреності, зниження навантаження на водія. Система являє собою спеціальне програмне забезпечення, яке встановлюється, як правило, в блок керування системи курсової стійкості. Система не має власних конструктивних елементів, тому системою, як такою, вона є лише умовно. Більшою мірою це маркетинговий хід виробників.

Система керування динамікою автомобіля має декілька назв:

- Vehicle Dynamics Management, VDM у Bosch;
- Vehicle Dynamics Integrated Management, VDIM у Toyota;
- Integrated Chassis Management, ICM у BMW.

В інтегрованій системі керування динамікою автомобіля можуть бути реалізовані наступні функції:

- додатковий крутний момент на рульовому колесі;
- додатковий кут повороту передніх коліс;
- кут повороту коліс задньої осі на задньоприводних автомобілях;
- розподіл крутного моменту між передньою і задньою віссю на повноприводних автомобілях;
- розподіл крутного моменту між правим і лівим ведучими колесами;
- зниження кренів і розгойдування підвіски.

Додатковий крутний момент на рульовому колесі впливає на дії водія. При надлишковій поворотності крутний момент створюється в напрямку, протилежному відведенню. При недостатній поворотності дана функція перешкоджає подальшому повороту рульового колеса. Величина додаткового крутного моменту невелика (до 3 Нм), тому його вплив на динаміку автомобіля мінімальний. Функція додаткового крутного моменту на кермовому колесі реалізована за допомогою електропідсилювача рульового

керування.

Створення додаткового кута повороту передніх коліс дозволяє добитися значної стабілізації руху. Для створення додаткового кута повороту коліс використовується електропідсилювач рульового керування, який за певних умов руху активно втручається в керування автомобілем. Наприклад, в системі активного рульового керування від BMW реалізоване корегування кута повороту передніх коліс при проходженні поворотів і гальмуванні на слизькому покритті.

При надлишковій поворотності колеса повертаються в протилежну сторону, при недостатній поворотності поворотом коліс досягається втрачене зчеплення з дорогою. У більшості випадків втручання в роботу рульового керування дозволяє стабілізувати автомобіль без зниження швидкості руху.

На деяких моделях задньоприводних автомобілів використовується поворот коліс задньої осі. Наприклад, в системі активного керування геометрією підвіски ця функція виконана за допомогою змінної довжини важелів. На малій швидкості поворот задніх коліс в напрямку, протилежному переднім, підвищує маневреність автомобіля. На великій швидкості поворот задніх коліс в одному напрямку з передніми підвищує курсову стійкість автомобіля.

Активний розподіл (перерозподіл) крутного моменту між передньою і задньою віссю застосовується в більшості сучасних систем повного приводу. Ця функція дозволяє управляти динамікою автомобіля, балансуючи між надлишковою і недостатньою повертальністю.

Розподіл крутного моменту між ведучими колесами в поперечному напрямку реалізується за допомогою електронного блокування диференціала, а також деяких способів фізичного блокування диференціала.

Істотний вплив на підтримання курсової стійкості надає функція керування креном автомобіля. Ця функція здійснюється за допомогою стабілізаторів поперечної стійкості змінної жорсткості і адаптивних амортизаторів в складі активної підвіски. Таким чином, за допомогою об'єднання різних систем автомобіля досягається висока динаміка при збереженні безпеки руху.

2.10 Система Стоп-Старт

Система Стоп-Старт (в літературі також зустрічається інша інтерпретація – система Старт-Стоп) призначена для економії

палива, зниження шкідливих викидів і шуму за рахунок скорочення часу роботи двигуна на холостому ходу. Як показує практика експлуатації автомобіля, режим холостого ходу складає до 30 % загального часу роботи двигуна. Цьому сприяють часті зупинки на світлофорах, знаходження в пробках, які є атрибутами великого міста.

До недавнього часу система Стоп-старт застосовувалася в основному на гібридних автомобілях. Сьогодні ситуація докорінно змінюється. Практично всі провідні автовиробники мають в своєму модельному ряду автомобілі, обладнані цією системою.

Принцип роботи системи Стоп-старт полягає в виключенні двигуна при зупинці автомобіля і його швидкому запуску при натисканні на педаль зчеплення (механічна коробка передач) або відпуску педалі гальма (автоматична коробка передач).

Конструктивно система Стоп-старт об'єднує пристрій, що забезпечує багаторазовий запуск двигуна, і електронну систему керування.



Рисунок 2.10 – Система Стоп-старт

Існує кілька підходів до реалізації функції багаторазового запуску двигуна:

- посилений стартер;
- реверсивний генератор (стартер-генератор);
- впорскування палива в циліндри і займання суміші. Найпростішим і надійним з точки зору конструкції є система

Stop & Start фірми Bosch. Завдяки даній системі назва «стоп-старт» стало загальною назвою інших систем. Система встановлюється на автомобілі Audi, BMW, Volkswagen і забезпечує зниження споживання палива, шкідливих викидів до 8 %.

Основу системи складає спеціальний стартер, розрахований на велику кількість пусків двигуна і має збільшений термін служби. Стартер обладнаний посиленим малошумним механізмом приводу, що гарантує швидкий, надійний і безшумний запуск двигуна.

Система керування здійснює зупинку і запуск двигуна, а також контроль заряду акумуляторної батареї. Як і всі сучасні електронні системи вона включає вхідні датчики, блок керування і виконавчі пристрої.

До вхідних датчиків належать датчики частоти обертання коліс, частоти обертання колінчастого вала, положення педалі зчеплення (положення педалі гальма), положення педалі акселератора, нейтрального положення важеля коробки передач (тільки з МКПП), стану акумуляторної батареї, а також інші датчики системи керування двигуном.

Свого електронного блоку система не має, а використовує потужності блоку керування двигуном, в якому встановлено відповідне програмне забезпечення. Виконавчими пристроями системи є форсунки системи впорскування, котушки запалювання, стартер.

Робота системи Stop & Start носить циклічний характер (вимикання-запуск). Вимкнення двигуна відбувається за таких умов:

- повна зупинка автомобіля;
- перекид важеля коробки передач в нейтральне положення і відпускання педалі зчеплення – для автомобіля з механічною коробкою передач;
- натиснута педаль гальма – для автомобіля з автоматичною коробкою передач.

Крім цього, при прийнятті рішення про виключення двигуна система оцінює частоту обертів двигуна, температуру охолоджуючої рідини, рівень зарядки акумуляторної батареї, режим роботи кліматичної установки.

При непрацюючому двигуні живлення споживачів електричної енергії

(кондиціонера, аудіосистеми та ін.) проводиться від акумуляторної батареї.

При натисканні педалі зчеплення (відпуску педалі гальма на автомобілі з автоматичною коробкою передач) система активує стартер і виробляє запуск двигуна. Надалі цикл роботи системи повторюється.

Якщо величина заряду акумуляторної батареї опускається нижче заданої величини, система на підставі сигналу відповідного датчика і команди блоку керування вимикається. Включення системи проводиться після зарядки акумуляторної батареї. Система може бути примусово відключена за допомогою спеціальної кнопки на панелі приладів.

Система Старт-стоп наступного покоління вимикає двигун вже в процесі зупинки автомобіля (до його повної зупинки), чим досягається ще більша економія палива. Процес зупинки автомобіля розпізнається блоком керування за певними параметрами руху: швидкості руху до гальмування, швидкості руху в поточний момент часу, відсутності ухилу дороги, відсутності маневрування. Якщо параметри руху не відповідають заданим значенням, система спрацьовує після повної зупинки автомобіля.

Аналогічну конструкцію має система *ISG (Idle Stop & Go)* від Kia Motors. Основна відмінність даної системи полягає в управлінні автомобільним генератором. Так, при високому навантаженні на двигун для зниження споживання палива генератор відключається, при гальмуванні генератор включається і проводиться підзарядка акумуляторної батареї. При падінні потужності акумуляторної батареї нижче 75 % від номінальної система вимикається. Система вимикається також при використанні кондиціонера.

Система *STARS (Starter Alternator Reversible System)*, що випускається фірмою Valeo, в своїй роботі використовує реверсивний генератор. Система встановлюється на автомобілях Citroen, Mercedes і дозволяє знизити витрату палива до 10 %.

Реверсивний генератор являє собою електричну машину змінного струму, яка в залежності від умов може виконувати функції генератора і стартера. Роботу реверсивного генератора забезпечує спеціальний приводний ремінь і оборотний натягувач, що дозволяє передавати зусилля в двох напрямках. Реверсивний генератор безшумно працює і має менший час запуску (0,4 с в порівнянні з 0,8 с для звичайного стартера).

Керування системою STARS проводиться за допомогою окремого електронного блоку керування, який взаємодіє з блоком керування двигуном. Склад вхідних датчиків аналогічний іншим системам Стоп-старт.

Подальшим розвитком даної системи є використання рекуперативного гальмування для створення додаткової енергії і зниження витрати палива.

Компанія Mazda розробила систему *SISS (Smart Idle Stop System)*, яка є альтернативою інших систем Стоп-старт. Інша назва системи *i-Stop*. У ній для багаторазового запуску двигуна використовується впорскування палива в циліндри і займання паливно-повітряної суміші. Система встановлюється на бензинові двигуни, обладнані безпосереднім впорскуванням палива.

Для забезпечення роботи системи SISS поршні в циліндрах зупиняються в певних положеннях, оптимальних для подальшого запуску двигуна. З початком руху (при відпуску педалі гальма) в циліндри впорскується паливо і запалюється паливно-повітряна суміш, таким чином, здійснюється запуск двигуна. При запуску двигуна на додаток енергії згоряння палива використовується енергія стартера, який включається на нетривалий час.

Зниження витрати палива при застосуванні даної системи досягає 9 %. Система SISS працює тільки з автоматичною трансмісією.

2.11 Система екстреного гальмування

Вона призначена для ефективного використання гальм в екстреній ситуації. Як показує практика, застосування системи екстреного гальмування на автомобілі дозволяє скоротити

гальмівний шлях в середньому на 15-20 %. Це, часом, є вирішальним фактором запобігання аварії або зменшення її наслідків.

Розрізняють два види систем екстреного гальмування – допомоги при екстреному гальмуванні і автоматичного екстреного гальмування. Система допомоги при екстреному гальмуванні дозволяє реалізувати максимальний гальмівний тиск при натисканні водієм на педаль гальма, тобто система догальмовує за нього. Система автоматичного екстреного гальмування створює частковий або максимальний гальмівний тиск без участі водія, тобто автоматично.

Система допомоги при екстреному гальмуванні.

Конструкції систем допомоги при екстреному гальмуванні можна розділити на два типи за принципом створення максимального гальмівного тиску: пневматичні і гідравлічні.

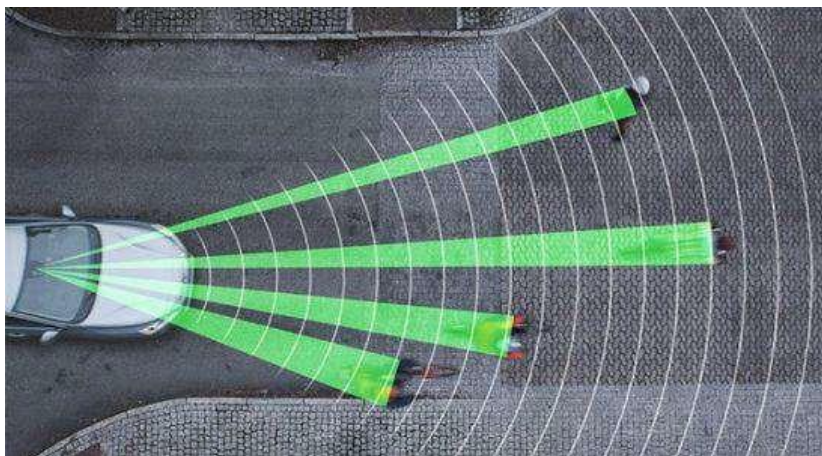


Рисунок 2.11 – Система екстреного гальмування

Системи допомоги при екстреному гальмуванні пневматичного типу забезпечують ефективну роботу вакуумного підсилювача гальм. До них відносяться системи:

- BA (Brake Assist), BAS (Brake Assist System), EBA (Emergency Brake Assist) на автомобілях Mercedes-Benz, BMW, Toyota, Volvo та ін.;
- AFU на автомобілях Renault, Peugeot, Citroen.

Конструктивно дані системи об'єднують датчик швидкості переміщення штока вакуумного підсилювача, електронний блок керування і електромагнітний привод штока.

Система допомоги при екстреному гальмуванні пневматичного типу встановлюється, як правило, на автомобілі, обладнані системою ABS.

Принцип роботи даної системи заснований на розпізнаванні ситуації екстреного гальмування по швидкості натискання педалі гальма. Швидкість натискання на педаль гальма фіксує датчик швидкості переміщення штока вакуумного підсилювача і передає сигнал в електронний блок керування.

Якщо величина сигналу перевищує встановлене значення, електронний блок керування активує електромагнітний привод штока. Вакуумний підсилювач гальм дотискує

педаць гальма. Екстрене гальмування відбувається до спрацьовування системи ABS.

Системи допомоги при екстремому гальмуванні гідравлічного типу забезпечують максимальний тиск рідини в гальмівній системі за рахунок використання елементів системи курсової стійкості. До таких систем відносяться:

- НВА (Hydraulic Braking Assistance) на автомобілях Volkswagen, Audi;
- НВВ (Hydraulic Brake Booster) на автомобілях Volkswagen, Audi;
- SBC (Sensotronic Brake Control) на автомобілях Mercedes-Benz;
- DBC (Dynamic Brake Control) на автомобілях BMW;
- BA Plus (Brake Assist Plus) на автомобілях Mercedes-Benz.

Система НВА розпізнає екстрену ситуацію по швидкості і силі натискання педалі гальма. В роботі системи використовується датчик тиску в гальмівній системі, датчики частоти обертання коліс, вимикач стоп-сигналу. На підставі одержаних сигналів, електронний блок керування при необхідності включає насос зворотної подачі, який доводить тиск в гальмівній системі до максимального. Дія програми відбувається до спрацьовування системи ABS.

Система НВВ в певних режимах експлуатації автомобіля (прогрів двигуна та ін.) дублює вакуумний підсилювач гальм. В роботі системи використовуються датчик тиску в гальмівній системі, датчик розрядження в вакуумному підсилювачі, вимикач стоп-сигналу. При недостатньому розрядженні в камерах вакуумного підсилювача система НВВ включає насос зворотної подачі і підвищує тиск в гальмівній системі до необхідної величини.



Рисунок 2.12 – Система автоматичного екстреного гальмування

Система SBC в своїй роботі враховує безліч факторів, у тому числі: швидкість перенесення ноги з педалі газу на педаль гальма, силу натискання на педаль гальма, якість дорожнього покриття, напрямок руху, інші параметри. Відповідно до конкретних умов руху електронний блок керування формує оптимальне гальмівне зусилля на кожне колесо.

Система BA Plus контролює відстань до автомобіля що йде попереду, за допомогою радарів системи Distronic. Якщо відстань мала і існує небезпека зіткнення проводиться візуальне і звукове попередження

водія. Якщо водій гальмує недостатньо ефективно система догальмовує за нього.

Система автоматичного екстреного гальмування за допомогою радара (лідара) і відеокамери виявляє автомобілі попереду. У разі можливої аварії (інтенсивного скорочення відстані між автомобілями) система реалізує часткове або максимальне гальмівне зусилля, уповільнює або зупиняє автомобіль. Навіть якщо зіткнення відбулося, наслідки його для обох автомобілів будуть значно меншими.

Конструктивно система автоматичного екстреного гальмування побудована на інших системах активної безпеки – системи адаптивного круїз-контролю (контроль відстані) і системі курсової стійкості (автоматичне гальмування). Відомими системами автоматичного екстреного гальмування є:

- Pre-Safe Brake на автомобілях Mercedes-Benz;
- Collision Mitigation Braking System, CMBS на автомобілях Honda;
- City Brake Control на автомобілях Fiat;
- Active City Stop і Forward Alert на автомобілях Ford;
- Forward Collision Mitigation, FCM на автомобілях Mitsubishi;
- City Emergency Brake на автомобілях Volkswagen;
- Collision Warning with Auto Brake і City Safety на автомобілях Volvo;
- Predictive Emergency Braking System, PEBS від Bosch;
- Automatic Emergency Braking, AEB від TRW.

Необхідно відзначити, що в перерахованих системах крім автоматичного екстреного гальмування реалізовані інші функції, серед яких попередження водія про небезпеку зіткнення, активація деяких пристроїв пасивної безпеки. Тому дані системи ще називають превентивними системами безпеки.

2.12 Система розподілу гальмівних зусиль

Система розподілу гальмівних зусиль призначена для запобігання блокування задніх коліс за рахунок керування гальмівним зусиллям задньої осі. Сучасний автомобіль влаштований так, що на задню вісь припадає менше

навантаження, ніж на передню. Тому для збереження курсової стійкості автомобіля, блокування передніх коліс повинне наступати раніше задніх коліс.

При різкому гальмуванні автомобіля відбувається додаткове зменшення навантаження на задню вісь, так як центр ваги зміщується вперед. А задні колеса, при цьому, можуть виявитися заблокованими.

Система розподілу гальмівних зусиль є програмним розширенням антиблокувальної системи гальм. Іншими словами, система використовує конструктивні елементи системи ABS в новій якості.

Загальноприйнятими торговими назвами системи є:

- EBD, Electronic Brake Force Distribution;
- EBV, Elektronische Bremskraftverteilung.

Принцип роботи системи розподілу гальмівних зусиль.

Робота системи EBD, також як і системи ABS, носить циклічний характер. Цикл роботи включає три фази:

- утримання тиску;
- скидання тиску;
- збільшення тиску.

За даними датчиків частоти обертання коліс, блок керування ABS порівнює

гальмівні зусилля передніх і задніх коліс. Коли різниця між ними перевищує задану величину, включається алгоритм системи розподілу гальмівних зусиль.

На підставі різниці сигналів датчиків, блок керування визначає початок блокування задніх коліс. Він закриває впускні клапани в контурах гальмівних циліндрів задніх коліс. Тиск в контурі задніх коліс утримується на поточному рівні. Впускні клапани передніх коліс залишаються відкритими. Тиск в контурах гальмівних циліндрів передніх коліс продовжує збільшуватися до початку блокування передніх коліс. Якщо колеса задньої осі продовжують блокуватися, відкриваються відповідні випускні клапани і тиск в контурах гальмівних циліндрів задніх коліс зменшується.

При перевищенні кутової швидкості задніх коліс заданого значення, тиск в контурах збільшується. Відбувається гальмування задніх коліс. Робота системи розподілу гальмівних зусиль закінчується з початком блокування передніх (ведучих) коліс. При цьому в роботу включається система ABS.

Запитання для самоконтролю

1. Яке призначення антиблокувальної системи гальм (ABS) та які основні завдання вона виконує?
2. Опишіть принцип роботи ABS під час інтенсивного гальмування.
3. Які датчики використовуються в системі ABS та яку інформацію вони передають до електронного блоку керування?
4. Які режими роботи ABS реалізуються під час гальмування (зниження, утримання, підвищення тиску)?
5. Що таке система електронного розподілу гальмівних зусиль (EBD) та яке її основне призначення?
6. Як система EBD взаємодіє з ABS та як змінюється її робота при різному навантаженні автомобіля?
7. Які алгоритми регулювання гальмівних зусиль застосовуються в системі EBD?
8. Яке призначення системи електронної стабілізації ESP (ESC) та в яких ситуаціях вона активується?
9. Які датчики та виконавчі механізми використовує система ESP для забезпечення курсової стійкості автомобіля?
10. У чому полягає принципова відмінність між системами ESP та TCS (ASR)?
11. Який вплив має система ESP на активну безпеку автомобіля?
12. Що таке система електронного блокування диференціала (EDL) та як вона реалізує імітацію блокування?
13. Яке призначення противідкатної системи (HSA) та як вона працює під час початку руху на підйомі?
14. Яким чином система допомоги при екстремому гальмуванні (BAS) визначає ситуацію аварійного гальмування?
15. Опишіть принцип роботи протибуксувальної системи (TCS/ ASR) та її взаємодію з системою керування двигуном і гальмівною системою.

ТЕМА 3. СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

3.1 Типи систем ADAS сучасного автомобіля

Системи ADAS були створені для підвищення безпеки пасажирів та полегшення керування автомобілем. Використовуючи можливості сенсорів під'єднаних до Інтернету

речей, технологія ADAS допомагає уникати зіткнень та дорожньо-транспортних пригод, у режимі реального часу попереджаючи водіїв про потенційні проблеми, здійснюючи запобіжні заходи та в деяких випадках перебираючи на себе контроль над автомобілем. Поточний ринок ADAS можна в цілому поділити на дві частини – камери й радары. Ймовірно, вам вже доводилося працювати на автомобілі, оснащеному системою ADAS на базі камери, основним елементом якої є невелика спрямована вперед камера, прикріплена до вітрового скла. У разі заміни вітрового скла на таких автомобілях систему ADAS потрібно заново відкалібрувати з використанням відповідних діагностичних сканерів та обладнання для калібрування. Найшвидше розвивається такий напрямок ADAS, як системи на основі радарів. Вони відстежують ділянку довкола автомобіля, виявляють «мертві» зони, пішоходів, відстежують сигнали регулювання руху і за потреби активують екстрене гальмування. Такі системи потребують повторного калібрування після будь-яких робіт, що впливають на геометрію автомобіля, адже саме ці дані є базовими для роботи системи ADAS. Популярність ADAS почала зростати з 2016 року, коли автовиробники були змушені оснащувати автомобілі автономними системами екстреного гальмування та системами попередження про виїзд за межі смуги руху для задоволення мінімальних вимог, необхідних для здобуття 5 зірок у рейтингу безпеки Euro NCAP. З появою автономних автомобілів значення систем ADAS під час проектування нового автомобіля зросло ще більше[1]. Більшість сучасних систем ADAS розраховані на втручання тільки в потенційно небезпечних ситуаціях, але автономні автомобілі намагаються радикально змінити враження від керування, тож технологію ADAS потрібно удосконалювати. Нові технології мають забезпечувати можливість автономного керування на високих швидкостях, поки пасажир зосереджується на інших справах, як-от робота або читання. Системи ADAS мають працювати за будь-яких умов руху, уповільнювати автомобілі в заторах та забезпечувати прискорення після їхнього зникнення. Крім того, у міру перетворення автомобілів на мобільні офіси пересувне житло та зони релаксації системи таких автомобілів мають забезпечувати відстеження місцевості на 360° довкола автомобіля. У майбутньому системи давачів водія взаємодіятимуть із захищеними автомобільними обчислювальними платформами високої потужності та штучним інтелектом, підтримку яких забезпечуватиме захищена хмарна інфраструктура. В системах ADAS використовуються автоматизовані технології, датчики і відеокамери, які призначені для виявлення перешкод і помилок водія (наприклад, його сонливості) та відповідного реагування. В якості технології візуалізації даних в ADAS застосовується доповнена реальність, у тому числі з відображенням інформації на лобовому склі автомобіля. Для підвищення ефективності ADAS розробники запроваджують адаптивний круїз-контроль з прогнозуванням траєкторій руху автомобілів, пішоходів та тварин, що рухаються у полі зору сенсорів ADAS. Автомобільні датчики в сучасних транспортних засобах стали невід'ємною частиною технологічного прогресу, забезпечуючи безпеку, ефективність та комфорт управління автомобілем. Основні принципи збору інформації з датчиків автомобіля відіграють ключову роль у забезпеченні оптимальної роботи автомобільної системи та забезпеченні водія змістовною та достовірною інформацією. Перший принцип полягає в надійності датчиків, що вимірюють різні параметри автомобіля. Датчики повинні бути точними та надійними, щоб забезпечити відповідність між виміряними значеннями та реальним станом автомобіля. Вони мають працювати в широкому діапазоні умов, включаючи температуру, вологість та вібрації. Другий принцип збору інформації з датчиків - це точність та швидкість вимірювань. Для забезпечення високої точності датчики повинні мати мінімальну похибку вимірювання. Крім того, швидкість вимірювання грає важливу

роль у виявленні та реагуванні на зміни параметрів автомобіля в реальному часі. Швидка реакція на небезпечні ситуації може врятувати життя пасажирів та підвищити загальну безпеку дорожнього руху. Третій принцип – це інтеграція та аналіз даних. Зібрана інформація з датчиків автомобіля повинна бути оброблена та інтегрована з іншими системами автомобіля, такими як системи керування двигуном, гальмами, електросистемами та іншими модулями. Інтеграція даних з датчиків дозволяє створити повну картину стану автомобіля, аналізувати його параметри та забезпечувати оптимальну роботу системи. Четвертий принцип – це передача інформації водію або іншим користувачам автомобіля. Одержана інформація повинна бути чіткою, зрозумілою та легко сприймається водієм. Інтерфейс між системою збору даних та водієм може бути представлений у вигляді приладової панелі, екрану інформаційно-розважальної системи або системи голосового управління. Ефективна передача інформації допомагає водію приймати своєчасні та обґрунтовані рішення на дорозі. Не менш важливим принципом є забезпечення конфіденційності та безпеки зібраної інформації. Оскільки датчики автомобіля можуть збирати чутливі дані, такі як місцезнаходження, швидкість, стан системи безпеки тощо, важливо забезпечити їх захист від несанкціонованого доступу та зловживання. Високотехнологічні автомобілі сучасності надають нам можливість збирати значну кількість даних з різних датчиків, що допомагає покращувати безпеку, ефективність та комфорт на дорозі. Основні принципи збору інформації з датчиків автомобіля – надійність, точність, швидкість вимірювань, інтеграція та аналіз даних, передача інформації водію та забезпечення конфіденційності та безпеки – виконують ключову роль у забезпеченні оптимальної роботи автомобільної системи та забезпеченні безпеки на дорозі. Ці принципи дозволяють забезпечити точну та достовірну інформацію про стан автомобіля, що в свою чергу сприяє вчасному виявленню та розв'язання проблем, попередженню можливих аварійних ситуацій та покращенню загальної ефективності автомобіля. Принципи збору інформації з датчиків автомобіля є основою для розвитку новітніх технологій автомобільної промисловості, таких як системи допомоги при паркуванні, системи контролю мертвих зон, системи управління стабільністю та багато інших. Вони допомагають водіям бути більш свідомими, управляти автомобілем безпечніше та зменшувати ризики на дорозі. У подальшому розвитку автомобільних технологій основні принципи збору інформації з датчиків автомобіля будуть зосереджені на постійному вдосконаленні точності та швидкості вимірювань, розширенні функцій та можливостей датчиків, а також на розробці ще більш надійних та безпечних систем збору та обробки даних. Усе це дозволить створити сучасні автомобілі, що працюють на основі інтелектуальних систем, забезпечуючи максимальний рівень безпеки та комфорту для водіїв та пасажирів. Основні принципи збору інформації з датчиків автомобіля постійно еволюціонують, відіграючи вирішальну роль у розвитку автомобільної промисловості та створенні автомобілів майбутнього. Сучасні підходи до збору інформації з датчиків автомобіля базуються на використанні передових технологій, таких як інтернет речей (IoT), бездротовий зв'язок і обробка даних в реальному часі. Ось деякі з них : 1) комунікація через ОБД (онлайн-діагностика автомобіля). Більшість сучасних автомобілів мають систему діагностики, відому як ОБД-ІІ (On- Board Diagnostics). За допомогою спеціального пристрою або бездротового з'єднання Bluetooth можна отримати доступ до даних ОБД автомобіля, таких як швидкість, оберти двигуна, рівень палива, стан систем безпеки тощо. Ці дані можуть бути використані для аналізу та моніторингу стану автомобіля; 2) використання датчиків у реальному часі, сучасні автомобілі мають велику кількість вбудованих датчиків, які зчитують різні параметри, такі як тиск у шинах, температура двигуна, прискорення,

швидкість, кут нахилу та багато інших. Ці дані можуть бути зібрані і передані до центральної системи у реальному часі для подальшого аналізу та використання;

3) використання бездротового зв'язку, автомобілі можуть бути обладнані модулями бездротового зв'язку, такими як GSM, Wi-Fi або Bluetooth, для передачі даних з автомобіля на зовнішні пристрої або в хмарні сервіси. Це дозволяє отримувати дані з автомобіля в реальному часі або навіть дистанційно керувати певними функціями автомобіля; 4) використання машинного навчання та аналітики даних: Зібрані дані з датчиків автомобіля можуть бути оброблені за допомогою методів машинного навчання та аналітики даних. Це дозволяє виявляти закономірності, прогнозувати відмови та аномалії, а також забезпечувати рекомендації щодо оптимального використання автомобіля, покращення його ефективності та безпеки; 5) використання датчиків зовнішнього середовища, окрім внутрішніх датчиків автомобіля, сучасні технології також використовують зовнішні датчики, такі як радары, камери та лазерні сканери (LiDAR). Вони забезпечують збір додаткової інформації про дорожнє середовище, інші транспортні засоби та пішоходів. Ці дані використовуються для систем безпеки, адаптивного керування та автономного водіння; 6) концепція «Vehicle-to-Everything» (V2X), передбачає безпроводову комунікацію автомобіля з різними елементами інфраструктури, такими як дорожні знаки, світлофори, інші автомобілі та навіть смартфони пішоходів. Це дозволяє отримувати інформацію про дорожні умови, небезпеки, дорожні роботи тощо, а також передавати інформацію про своє становище і наміри, покращуючи загальну безпеку та ефективність дорожнього руху. Сучасні підходи до збору інформації з

датчиків автомобіля використовують передові технології, такі як IoT, бездротовий зв'язок, аналітика даних та машинне навчання. Ці підходи дозволяють отримувати значну кількість даних про стан автомобіля, зовнішнє середовище та взаємодію з іншими елементами інфраструктури. Збір інформації з датчиків автомобіля в реальному часі дозволяє водіям та сервісним службам миттєво отримувати дані про стан автомобіля, що сприяє попередженню відмов та аварій. Використання машинного навчання та аналітики даних дозволяє аналізувати великі обсяги даних з датчиків автомобіля, виявляти закономірності та прогнозувати можливі проблеми. Це сприяє покращенню ефективності автомобіля, зниженню ризику відмов та збільшенню безпеки. Використання бездротового зв'язку та хмарних технологій дозволяє передавати дані з автомобіля в реальному часі та зберігати їх в хмарних сховищах для подальшого аналізу та використання. Це сприяє зручнішому доступу до даних та спільному використанню інформації між різними користувачами та системами. Використання датчиків зовнішнього середовища та концепції V2X дозволяє отримувати інформацію про дорожнє середовище та навколишній трафік, покращуючи безпеку та ефективність дорожнього руху. Отже, основні принципи збору інформації з датчиків автомобіля базуються на передових технологіях та інтеграції різноманітних даних для забезпечення безпеки, ефективності та зручності водіння. Сучасні системи збору інформації з датчиків автомобіля забезпечують отримання даних в реальному часі. Це дозволяє водіям та сервісним службам отримувати актуальну інформацію про стан автомобіля та його компонентів, а також про дорожні умови та навколишнє середовище. Збір даних в реальному часі сприяє оперативній реакції на потенційні проблеми та забезпечує безпеку водіння. Сучасні автомобілі оснащені значною кількістю датчиків, які зчитують різноманітні параметри.[2] Ці датчики вимірюють такі величини, як швидкість, оберти двигуна, тиск у шинах, температура, рівень палива та багато інших. Збір інформації з цих датчиків дозволяє отримати повний образ про стан автомобіля та здійснювати контроль

над різними аспектами його функціонування. Використання IoT технологій дозволяє забезпечити зв'язок між автомобілем та іншими пристроями або системами. Це дозволяє передавати зібрані дані з датчиків автомобіля до хмарних сервісів, автомобільних сервісних центрів або мобільних пристроїв користувачів

3.2 Система допомоги при спуску

Система допомоги при спуску призначена для запобігання прискорення автомобіля при русі по гірських дорогах. Наявність даної системи на автомобілі підвищує зручність керування і безпеку. Система допомоги при спуску встановлюється, як правило, на легкові автомобілі підвищеної прохідності.

Залежно від автовиробника система має такі назви:

- HDC, Hill Descent Control від Volkswagen, BMW та ін.;
- DAC, Downhill Assist Control від Toyota;
- DDS, Downhill Drive Support від Nissan.

Система допомоги при спуску є програмним розширенням системи курсової стійкості і використовує конструктивні елементи даної системи, тому за своєю суттю є функцією, а не системою.

Принцип роботи системи заснований на підтримці постійної швидкості при спуску за рахунок пригальмовування коліс. Система активується включенням відповідної клавіші на приладовій панелі. При цьому алгоритм керування системи спрацьовує при певних умовах: автомобіль заведений, педалі газу і гальма відпущені, швидкість руху менше 20 км/год, ухил який може здолати – більше 20 %.

Схема системи курсової стійкості повністю ідентична рис. 2.9.

На підставі сигналів датчиків блок керування вмикає насос зворотної подачі, відкриває впускні клапани і клапани високого тиску. Випускні і перемикальні клапани закриті. За рахунок цих маніпуляцій в гальмівній системі створюється необхідний тиск, який забезпечує зниження швидкості автомобіля до певного значення. Величина підтримуваної системою швидкості залежить від початкової швидкості автомобіля і включеної передачі.

При досягненні автомобілем швидкості заданого значення, гальмування припиняється. При подальшому прискоренні цикл роботи системи допомоги при спуску повторюється. Таким чином, швидкість руху на спуску підтримується в певному безпечному діапазоні.

Система допомоги при спуску деактивується примусово (повторним натисканням клавіші) або автоматично при натисканні на педаль газу або гальма, а також зниження величини ухилу менше 12 %.

3.3 Система допомоги при підйомі

Система допомоги при підйомі призначена для запобігання відкочування автомобіля при рушанні на підйомі (похилій площині). Застосування даної системи полегшує рушання

автомобіля на підйомі, виключаючи використання стоянкового гальма, і підвищує безпеку. Система встановлюється в якості опції на деякі легкові автомобілі.

Залежно від автовиробника система має наступну назву:

- HHC, Hill Hold Control від Volkswagen;
- Hill Holder від Subaru, Fiat;

- HAC, Hill-Start Assist Control від Toyota;
- USS, Uphill Start Support від Nissan.

Система допомоги при підйомі побудована на базі системи динамічної стабілізації і є програмним розширенням даної системи, тому системою, як такою, вона не є.

Принцип роботи системи заснований на уповільненні зниження тиску в гальмівній системі при відпусканні педалі гальма. Алгоритм роботи системи допомоги при підйомі активізується при певних умовах: автомобіль заведений, педаль гальма натиснута, величина підйому перевищує 5 %.

Система працює циклічно. Цикл роботи включає чотири фази:

- створення гальмівного тиску;
- утримання гальмівного тиску;
- зниження гальмівного тиску;
- скидання гальмівного тиску.

Схема системи курсової стійкості повністю ідентична рис. 2.9.

При гальмуванні на підйомі гальмівна система працює в режимі, при якому впускні і перемикальні клапани відкриті, а випускні та клапани високого тиску закриті. В результаті в системі створюється гальмівний тиск, який утримує автомобіль на місці.

При відпусканні педалі гальма закриваються перемикальні клапани, в контурах утримується тиск на колишньому рівні, чим запобігає відкочування автомобіля назад. При натисканні на педаль газу відбувається поступове відкриття перепускних клапанів, чим забезпечує зниження гальмівного тиску.

При рушанні автомобіля з місця і досягненні крутним моментом достатньої для руху величини, перемикальні клапани повністю відкриваються, і відбувається скидання тиску в системі. Необхідно відзначити, що система працює завжди на підйом, незалежно від напрямку руху, що актуально для рушання на підйомі заднім ходом.

3.3 Адаптивний круїз-контроль

Адаптивний круїз-контроль (Adaptive Cruise Control, ACC) призначений для автоматичного керування швидкістю руху автомобіля. Адаптивний круїз-контроль є подальшим розвитком системи круїз-контролю, яка підтримує задану постійну швидкість руху.

Відомими системами адаптивного круїз-контролю є:

- Preview Distance Control від Mitsubishi;
- Radar Cruise Control від Toyota;
- Distronic (Distronic Plus) від Mercedes-Benz;
- Active Cruise Control від BMW;
- Adaptive Cruise Control від Volkswagen, Audi, Honda.

Система адаптивного круїз-контролю включає датчик відстані, блок керування і виконавчі пристрої.

Датчик відстані слугує для вимірювання швидкості і відстані до автомобіля що йде попереду. В якості датчика відстані використовуються радари або лідари. Радар (Radar, Radio Detection and Ranging) випромінює електромагнітні хвилі на об'єкт і отримує зворотний сигнал – відлуння.

Швидкість автомобіля що йде попереду, оцінюється по зміні частоти відбитої хвилі, а відстань до машини – по часу повернення сигналу. Встановлені параметри перетворюються в електричні сигнали і передаються в блок керування.

Лідар (Lidar, Liht Detecting and Ranging) використовує інфрачервоний лазерний промінь. Принцип дії лідара аналогічний радару. Лазерні датчики дешевше радарів, але схильні до впливу погодних умов, тому на автомобілях преміум-класу в системі адаптивного круїз-контролю використовуються, в основному, радары. Датчик відстані встановлюється на передньому бампері або решітці радіатора автомобіля.

Радіус дії датчика складає близько 150 м. У останніх розробках адаптивного-круїз-контролю використовуються датчики відстані короткого і довгого діапазонів. Датчик короткого діапазону забезпечує уповільнення автомобіля до повної зупинки. Датчик довгого діапазону – до 30 км/год.

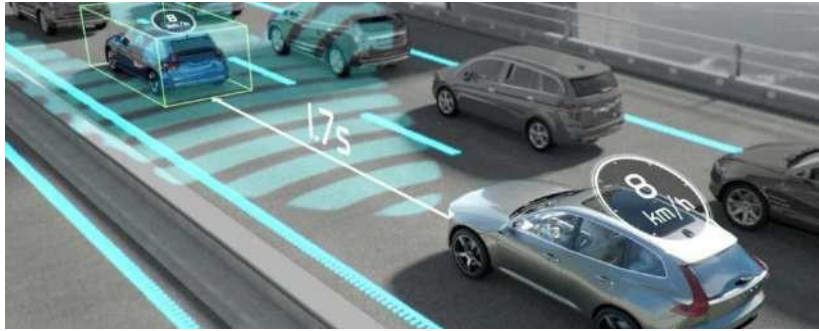


Рисунок 3.4 – Візуалізація роботи радарних датчиків системи адаптивного круїз-контролю

Це розширює функціональні можливості системи і дозволяє її використовувати при русі автомобіля з малою швидкістю на невеликій дистанції (наприклад, при русі в заторах). Наприклад, в системі DISTRONIC PLUS використовуються три датчики – один далекого і два ближньої дії.

Електронний блок керування приймає сигнали від датчиків відстані, а також вхідну інформацію від інших систем, за допомогою яких визначається:

- швидкість і дистанція до автомобіля що йде попереду;
- швидкість керованого автомобіля;
- кут повороту рульового колеса;
- бічне прискорення;
- радіус кривої.

Програмне забезпечення, встановлене в блоці, порівнює фактичні параметри руху з заданими, на підставі якого формуються управляючі дії зі зміни швидкості руху. Своїх виконавчих пристроїв система ACC не має, а використовує інші електронні системи автомобіля, з якими зв'язується через відповідні блоки керування (система курсової

стійкості, дросельна заслінка з електричним приводом, автоматична коробка передач).

Принцип роботи системи АСС.

Робота системи адаптивного круїз-контролю здійснюється в діапазоні швидкостей від 30 до 180 км/год. Сучасні системи АСС підтримують швидкісний режим від 0 до 200 км/год, а також режим гальмування і старту в умовах щільного руху (функція Stop and Go).

Адаптивний круїз-контроль забезпечує рух автомобіля в режимах постійної швидкості, прискорення й уповільнення. При відсутності на дорозі інших автомобілів, система підтримує задану водієм швидкість. При прискоренні чи перестроюванні автомобіля що йде попереду, відбувається прискорення автомобіля до заданої водієм швидкості.

При уповільненні або перестроювання з сусіднього ряду автомобіля що йде попереду, відбувається уповільнення автомобіля до заданої водієм дистанції. На низькій швидкості уповільнення досягається за рахунок роботи гальмівної системи (збільшення тиску гальмівної рідини в системі), на високій швидкості – за рахунок зниження потужності двигуна (зменшення подачі повітря через дросельну заслінку) і, при необхідності, роботи гальмівної системи.

З метою підвищення безпеки автомобіля окремі конструкції адаптивного круїз-контролю можуть бути доповнені системами превентивної безпеки, екстреного гальмування, GPS-навігації.

Адаптивний круїз контроль служить технічною основою розроблюваних систем автоматичного керування автомобілем.

3.5 Система допомоги руху по смузі

Система допомоги руху по смузі (інші назви – помічник руху по смузі, система утримання смуги руху) допомагає водієві дотримуватися обраної смуги руху і тим самим, запобігати аварійним ситуаціям. Система ефективна при русі по автомагістралях і облаштованим федеральним дорогам, тобто там, де є якісна дорожня розмітка.

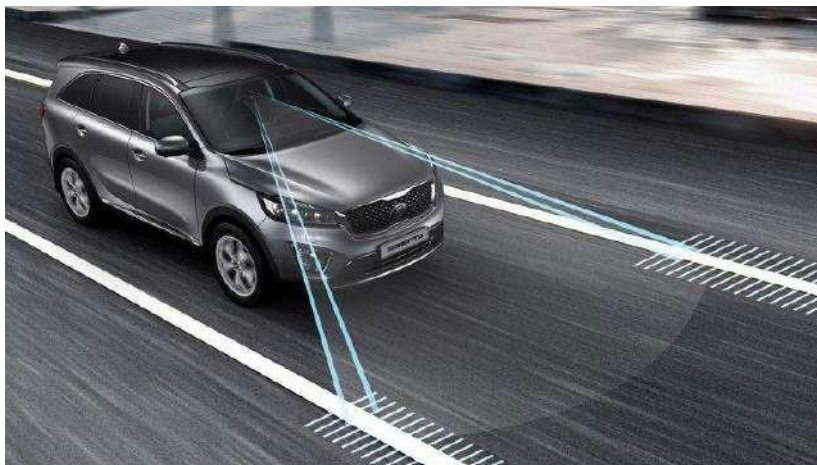


Рисунок 3.5– Система допомоги руху по смузі

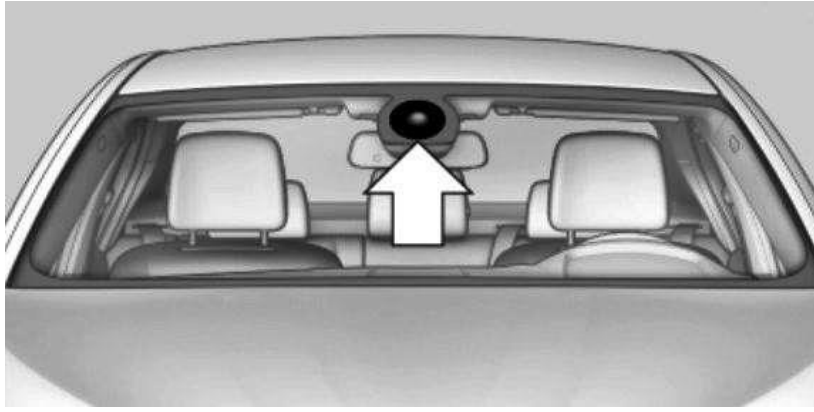


Рисунок 3.6 – Місце розміщення відеокамери системи допомоги руху по смузі

Розрізняють два види систем допомоги руху по смузі: пасивні та активні. Пасивна система попереджає водія про відхилення від обраної смуги руху. Активна система поряд з попередженням здійснює коригування траєкторії руху.

У різних автовиробників система утримання смуги руху має свої торгові назви, але пропоновані системи мають, в основному, схожу конструкцію:

- Lane Assist від Audi, Volkswagen, SEAT;
- Lane Departure Warning System від BMW, Citroen, Kia, General Motors, Opel, Volvo;
- Lane Departure Prevention від Infiniti;
- Lane Keep Assist System від Honda, Fiat;
- Lane Keeping Aid від Ford;
- Lane Keeping Assist від Mercedes-Benz;
- Lane Keeping Support System від Nissan;
- Lane Monitoring System від Toyota.

Система допомоги руху по смузі є електронною системою і включає клавішу керування, відеокамеру, блок керування і виконавчі механізми. За допомогою клавіші керування проводиться включення системи. Клавіша може розташовуватися на важелі перемикачів повороту, панелі приладів або центральній консолі.

Відеокамера робить запис зображення на певній відстані від автомобіля і його оцифровку. В системі використовується монохромна камера, яка розпізнає лінії розмітки як різку зміну градації сірого. Камера об'єднана з блоком керування. Об'єднаний блок розташовується на лобовому склі за дзеркалом заднього виду. Виконавчими пристроями системи допомоги руху по смузі є контрольна лампа, звуковий сигнал, вібромотор на рульовому колесі, нагрівальний елемент лобового скла, електродвигун електромеханічного підсилювача керма.

Інформація про роботу системи виводиться на панель приладів у вигляді контрольної лампи. Попередження водія проводиться за допомогою вібрації рульового колеса, а також подачі візуальних звукових і світлових сигналів. Вібрацію створює вібромотор, вбудований в рульове колесо. Нагрівальний елемент розташовується на вітровому склі, при необхідності автоматично включається, усуває запотівання і обмерзання вікна

камери.

Коректування траєкторії руху здійснюється примусовим підрулення системи рульового керування за допомогою електромеханічного підсилювача керма (більшість систем) або підгальмуванням коліс з одного боку автомобіля (система Lane Departure Prevention).

Під час роботи активної системи допомоги руху по смузі реалізуються такі основні

функції:

- розпізнавання траєкторії смуги руху;
- візуальне інформування про роботу системи;
- коректування траєкторії руху;
- попередження водія.

Обстановка перед автомобілем проектується на світлочутливу матрицю камери і перетворюється в чорно-біле зображення, яке аналізується електронним блоком керування.

Алгоритм роботи блоку керування визначає положення ліній розмітки смуги, оцінює якість розпізнавання розмітки, обчислює ширину смуги та її кривизну, розраховує положення автомобіля на смузі. На підставі проведених обчислень здійснюються керуючий вплив на рульове керування (гальмівну систему), і якщо необхідний ефект утримання автомобіля на смузі не досягається – попереджається водій (вібрація рульового колеса, звуковий і світловий сигнали).

Необхідно відзначити, що величина крутного моменту, що прикладається до рульового механізму (гальмівного зусилля на двох колесах з одного боку автомобіля) невелика і в будь-який момент може бути подолана водієм.

При навмисному перестроюванні з однієї смуги на іншу потрібно включити сигнал повороту, інакше система буде перешкоджати маневру. При несприятливих умовах (відсутність однієї лінії або всієї розмітки, забруднене або засніжене дорожнє полотно, вузька смуга руху, нестандартна розмітка на ремонтаних ділянках, поворот малого радіусу) система деактивується.

Передбачено три режими роботи системи допомоги руху по смузі:

- система включена і активована (активний режим);
- система включена і деактивована (пасивний режим);
- система вимкнена.

3.6 Система інтелектуального регулювання швидкості

Система інтелектуального регулювання швидкості (Intelligent Speed Assistance, ISA) – це електронна система, яка забезпечує рух автомобіля з дозволеною швидкістю на конкретній ділянці дороги. Іншими словами, система ISA допомагає водієві дотримуватися допустимої швидкості руху.

За заявами розробників, використання системи примусового обмеження швидкості може привести до скорочення ДТП на 30 %. Розрізняють пасивну і активну системи інтелектуального регулювання швидкості. Пасивна система попереджає водія про перевищення допустимої швидкості руху. Попередження реалізується у вигляді візуальних (інформація на приладовій панелі), звукових або тактильних (збільшення зусилля на педалі акселератора) сигналів.

Система визначає необхідність обмеження швидкості шляхом оптичного зчитування дорожніх знаків. Для зчитування дорожніх знаків використовується відеокамера.

Робота системи носить інформативний або рекомендаційний характер, тому водій самостійно вирішує, уповільнювати автомобіль чи ні. Пасивна система регулювання швидкості має власну усталену назву – система розпізнавання дорожніх знаків.

Активна система регулювання швидкості автоматично коригує швидкість руху автомобіля, впливаючи на дросельну заслінку і (або) гальмівну систему.

Система визначає необхідність обмеження швидкості, ґрунтуючись на зіставленні

інформації про місцезнаходження транспортного засобу з обмеженнями швидкості в цьому місці. Місцезнаходження автомобіля визначається за допомогою GPS- системи. Швидкісні характеристика конкретної ділянки дороги надає навігаційна система, інформаційною основою якої є електронна карта.

Крім цього інформація про окремі об'єкти дорожньої інфраструктури (пішохідні переходи, залізничні переїзди, школи, лікарні, тощо) може бути отримана по радіоканалу. Даний спосіб є елементом перспективної системи комунікації між автомобілем та інфраструктурою (Infrastructure-to-Vehicle).



Рисунок 8.18 – Система інтелектуального регулювання швидкості

В роботі активної системи регулювання швидкості використовуються інші вхідні пристрої: датчики частоти обертання колеса, гіроскоп, акселерометр.

Дослідні використання активних систем регулювання швидкості виявили ряд проблем, що стримують їхнє широке впровадження:

- зниження уваги до швидкісного режиму, пов'язане із зайвою впевненістю водія;
- можливі труднощі при обгоні і як наслідок необхідність виключення системи;
- скорочення пропускної здатності доріг, ймовірність виникнення заторів.

В результаті кращим обмежувачем швидкості руху автомобіля поки є усвідомлені дії самого водія.

Запитання для самоперевірки

1. Які функції можуть бути реалізовані в інтегрованій системі керування

динамікою автомобіля?

2. Як працює система Стоп-старт?
3. Які існують варіанти реалізації функції багаторазового запуску двигуна?
4. За яких умов в системі Stop & Start відбувається вимкнення двигуна?
5. Що являє собою реверсивний генератор?
6. Для чого призначена система екстреного гальмування?
7. Як працює система розподілу гальмівних зусиль?
8. Які є варіанти системи виявлення великих тварин?
9. Як працює система допомоги при спуску?
10. Для чого призначена система допомоги при підйомі і як вона працює?
11. Що собою являє адаптивний круїз-контроль (Adaptive Cruise Control, ACC)?
12. Як працює лідар?
13. Розкажіть принцип роботи системи допомоги руху по смузі.

ТЕМА 4. СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА АСИСТУВАННЯ ВОДІЯ В СУЧАСНОМУ АВТОМОБІЛІ

Статистика дорожньо-транспортних пригод показує, що причиною значної кількості аварій є фізичний стан водія. Ряд великих автовиробників активно працюють над створенням різних систем контролю стану водія, покликаних, як мінімум, оповістити про настання небезпечного стану людини і, як максимум, втрутитися в керування транспортним засобом і попередити подія. Робота ведеться за кількома напрямками, серед яких контроль втоми, оцінка фізичної напруги, визначення хворобливого стану водія.

Система контролю втоми водія покликана виявити наступ втоми водія і попередити сон за кермом. Система пропонує зробити перерву для відпочинку шляхом попереджувального звукового сигналу або сигналу на панелі приладів («чашка кави»). В даний час система контролю втоми водія реалізована на серійних автомобілях Mercedes-Benz, Volvo, Lexus.

Визначення настання втоми водія здійснюється різними способами – оцінкою дій водія з управління автомобілем, контролем характеру руху автомобіля, наглядом за особою водія за допомогою відеокамери.

Компанія Volkswagen встановлює на автомобілі систему екстреної допомоги, яка є розширенням системи допомоги руху по смузі. Якщо водій не в змозі управляти автомобілем (непритомніє) система **Emergency Assist** приймає управління на себе і зупиняє транспортний засіб, а також попереджає інших учасників руху про небезпечну ситуацію.

Якщо водій не використовує рульове управління протягом певного часу, система Emergency Assist попереджає його візуальними і звуковими сигналами, пригальмовує автомобіль. При відсутності реакції з боку водія система визначає, що він не в змозі управляти автомобілем.

Система допомоги руху по смузі забезпечує рух автомобіля в межах зайнятої смуги, а адаптивний круїз-контроль запобігає наїзду на автомобіль попереду. Для попередження інших водіїв включається аварійна сигналізація, автомобіль починає рухатися змійкою в межах смуги руху і в завершенні зупиняється.

Іншим напрямком розвитку систем контролю є оснащення

транспортних засобів біометричними датчиками, за допомогою яких можна стежити за важливими для здоров'я показниками (пульс, частота дихання, провідність шкіри та ін.). Дані розробки є перспективними і повинні з'явитися на серійних

автомобілях в самий найближчий час.

Найближче до вирішення завдання знаходиться компанія Ford, яка пропонує систему оцінки навантаження водія, покликану зменшити неуважність і надмірне напруження. Фізичне напруження водія оцінюється шляхом обробки безлічі параметрів:

- руху транспортного засобу (швидкість, поздовжнє і поперечне прискорення, швидкість нишпорення);
- дій водія (кут повороту рульового колеса, положення педалей акселератора і гальма);
- дорожніх умов (щільність руху, характер дорожнього покриття);
- біометричних показників (серцевий ритм, частота дихання, температура шкіри).

Якщо навантаження на водія досить високе, то система вживає заходів для зниження напруги, в тому числі автоматично запускається функція блокування мобільного телефону від вхідних дзвінків (функція «не турбувати»).

У роботі системи оцінки навантаження водія використовуються наступні біометричні датчики:

- п'єзоелектричний датчик в ремені безпеки для моніторингу частоти дихання;
- накладки-провідники на ободі рульового колеса для вимірювання пульсу водія;
- інфрачервоні датчики на ободі рульового колеса для вимірювання температури долонь водія;
- інфрачервоний датчик за рульовим колесом, який контролює температуру водія.

Компанія Jaguar Land Rover пропонує контролювати стан водія за допомогою біометричних датчиків, вбудованих в водійське сидіння. В системі *Driver Wellness Monitoring* використовуються датчики частоти дихання і пульсу. Якщо система визначає серйозні проблеми зі здоров'ям або зайве збудження водія, то вживаються заходи для забезпечення безпеки

руху. При стресі регулюються внутрішнє освітлення, аудіосистема і кліматична установка. При настанні раптової і тяжкої хвороби проводиться виклик екстреної допомоги, а автомобіль автоматично зупиняється.

У 2016 році компанія Audi представила проект *FitDriver* під девізом «Моя Audi піклується про мене». Життєво важливі параметри водія, такі як пульс і температура, контролюються за допомогою переносних пристроїв (тренувальний браслет або SmartWatch).

Ці дані доповнюються інформацією (про стиль водіння, частоту дихання, погодні і дорожні умови) що подається різними автомобільними датчиками. У сукупності отримані дані дозволяють визначити поточний стан водія, в тому числі підвищену втому або стрес.

В результаті всебічної оцінки фізичного стану задіюються різні системи автомобіля для відпочинку, відновлення і захисту водія: масаж сидінь, беззвучний режим телефону, клімат-контроль, адаптивна інформаційно-розважальна система, адаптивне внутрішнє освітлення. У перспективі Audi планує задіяти системи активної безпеки.

Компанія Ferrari запатентувала технологію, яка оцінює рівень напруги водія зі зміни мозкових хвиль. Мозкова біоелектрична активність вимірюється за допомогою бездротових датчиків, вбудованих в підголівник водійського сидіння. Залежно від стану водія проводиться зменшення подачі палива в двигун і автоматична стабілізація автомобіля.

В цьому напрямку веде роботу і Jaguar Land Rover. Система *Mind Sense* визначає по мозковій активності, коли водій відволікається або засинає під час руху. Встановлено, що мозок людини генерує кілька мозкових імпульсів різної частоти. Постійно

вимірюючи ці імпульси, можна оцінити, наскільки зосереджений водій (забарився, задрімав або відволікся).

Моніторинг мозкових хвиль проводиться за допомогою датчиків, вбудованих в рульове колесо. Якщо активність головного мозку вказує на сонливість або погану концентрацію водія, то рульове колесо або педаль акселератора починають вібрувати, привертаючи увагу до водіння. Якщо реакції з боку водія не було, подаються візуальний і звуковий сигнал.

Інша область використання біометричних датчиків пов'язана з контролем фізичного стану літніх водіїв, а також водіїв з хронічними захворюваннями. В цьому напрямку працює відразу декілька автомобільних компаній.

Все той же Ford пропонує контролювати стан вікових водіїв за допомогою датчиків серцевого ритму, вбудованих в сидінні. В основу покладена технологія електрокардіограми, яка здійснює моніторинг серцевих електричних імпульсів і своєчасно визначає порушення (наприклад, серцевий напад), а також симптоми інших захворювань (наприклад, підвищений тиск).

Компанія Toyota для контролю життєво важливих показників використовує датчики на ободі рульового колеса: електроди для моніторингу серцевого ритму і оптичні датчики для оцінки провідності долонь.

Система контролю стану водія пов'язана з системою екстреного гальмування, що дозволяє зупинити автомобіль у разі серцевого нападу, а також з навігаційною системою, яка автоматично прокладає маршрут до найближчого лікувального закладу. Система дозволяє визначити наступ серцевого нападу вже на ранніх стадіях і тим самим попередити аварію.

Компанія BMW працює над технологією попередження водіїв, хворих на діабет, про підвищення рівня цукру в крові. Пристрій для вимірювання рівня цукру в крові підключено до смартфона, який в свою чергу з'єднаний через Bluetooth з мультимедійною системою автомобіля.

На екран системи виводиться інформація, що попереджає водія про небезпеку втрати свідомості через підвищення рівня цукру в крові. У перспективі вимірювані параметри будуть одразу автоматично передаватися до лікаря водія.

Отже, причиною приблизно 25 % всіх серйозних аварій на дорогах є саме втома водія і, як наслідок, засипання за кермом. Найбільший **ризик засипання за кермом** спостерігається в далеких поїздках, особливо в темний час доби і при монотонних дорожніх умовах.

Практика показує, що _через чотири години безперервного водіння реакція водія знижується в два рази, через вісім годин – в шість разів!

Система контролю втоми стежить за фізичним станом водія і якщо фіксує певні відхилення, попереджає водія про необхідність зупинки та відпочинку. Залежно від способу оцінки втоми водія розрізняють три типи систем. Перші побудовані на контролі дій водія, другі – контролі руху автомобіля, треті – на контролі погляду водія.

Mercedes-Benz з 2011 року встановлює на своїх автомобілях систему Attention Assist, в якій контроль дій водія ґрунтувався на багатьох факторах: манері їзди, поведінці за кермом, використанні органів управління, характері й умовах руху, тощо.



Рисунок 4.1 – Система контролю втоми водія Attention Assist

Конструкція системи Attention Assist об'єднує датчик рульового колеса, блок управління, сигнальну лампу і звуковий сигнал оповіщення водія. Датчик рульового колеса фіксує динаміку дій водія по обертанню рульового колеса. У своїй роботі система використовує також вхідні сигнали датчиків інших систем автомобіля: управління двигуном, курсової стійкості, нічного бачення, гальмівної системи.

Блок управління обробляє вхідні сигнали і визначає:

- стиль водіння (аналіз швидкості, і бічного прискорення протягом 30 хв. після початку руху);
- умови водіння (аналіз часу доби, тривалості поїздки);
- використання органів управління (аналіз використання гальма, підрульових перемикачів, кнопок на панелі управління);
- характер обертання рульового колеса (аналіз швидкості, прискорення);
- стан дорожнього полотна (аналіз бічного прискорення);
- характер руху автомобіля (аналіз пересування і бічного прискорення).

В результаті проведених обчислень встановлюються відхилення в діях водія і траєкторії руху автомобіля. На дисплей панелі приладів виводиться сигнальний напис про необхідність зробити перерву і проводиться звуковий сигнал. Якщо після сигналів водій не зупиняється і продовжує рух в сонливому стані, система повторює сигнали з періодичністю 15 хвилин. Система активується на швидкості 80 км/год.

На відміну від системи Attention Assist, система **Driver Alert Control, DAC** від Volvo фіксує тільки характер руху автомобіля по дорозі.



Рисунок 4.2 – Система Driver Alert Control

Спрямована вперед відеокамера фіксує положення автомобіля на смузі руху. Відхилення від заданих параметрів руху розглядається системою як наступ втоми водія. Залежно від стану водія в системі реалізовано два рівні попередження – «м'який» і «жорсткий». Рівні розрізняються гучністю і тональністю звукового сигналу. Система DAC працює спільно з

системою Lane Departure Warning і базується на її конструктивних елементах. Активація системи відбувається на швидкості 60 км/год.

Контроль погляду для оцінки втоми водія впроваджує компанія General Motors. За основу взята готова технологія *Seeing Machines*, яка застосовується в авіації, залізничному транспорті, кар'єрних самоскидах, комерційному вантажному транспорті. Спеціальний блок контролює ступінь відкриття очей і напрямок погляду водія. При розпізнаванні неуважності, втоми або сонливості водія система попереджає про



необхідність зупинки.

Рисунок 4.3 – Система Seeing Machines

Крім контролю втоми водія система може бути використана для активації окремих функцій автомобіля за допомогою спрямованого погляду (подивився – включив). Крім того, якщо при перестроюванні водій не користується дзеркалом заднього виду, система нагадає йому про необхідність даної дії.

4.1 Система Алколок (Alcolock)

Вона призначена для блокування автомобіля при алкогольному сп'янінні водія. За своєю суттю ця система є системою активної безпеки автомобіля, так як запобігає виникненню аварійної ситуації.

Система Алколок активно впроваджується в багатьох країнах Євросоюзу, США, Канаді та Австралії. Разом з тим, юридично її застосування закріплено тільки в Фінляндії. Ведеться підготовка відповідних нормативних документів у Франції, Бельгії, Нідерландах, Швеції і Великобританії.

Застосування системи Alcolock здійснюється за двома напрямками:

- як превентивна (попереджувальна) міра забезпечення безпеки дорожнього руху;
- як альтернативна міра, а також заміна позбавлення прав у водіїв, затриманих в стані алкогольного сп'яніння.

Стримуючим фактором у використанні даної системи є її досить висока ціна (близько 1,5 тис. €). Система Алколок встановлюється в першу чергу на комерційні вантажні автомобілі і автобуси, а також пропонується в якості опції на деякі моделі

легкових автомобілів. Систему можна також придбати і встановити окремо.



Рисунок 4.4 – Система Алколок (Alcolock)

Alcolock є технічним пристроєм, який підключається до системи запалювання або запуску двигуна. Перед запуском двигуна водій повинен протягом 5 с подути в мундштук для перевірки повітря що видихається. При вмісті алкоголю вище допустимої норми (не менше 0,1 мг на 1 літр повітря що видихається) відбувається блокування двигуна. Система фіксує будь-які сліди алкоголю в пам'яті пристрою.

Система Алколок об'єднує стаціонарний і виносний блоки. Стаціонарний блок розташовується всередині приладової панелі. З ним з'єднаний виносний блок, який обладнується мундштуком. Визначення вмісту алкоголю в повітрі, що видихається проводиться за допомогою електрохімічного сенсора на основі паливних елементів.

Для виключення обману при тестуванні застосовуються такі конструкторські рішення:

- проведення тесту кілька разів протягом поїздки;
- включення в тест після видиху обов'язкового вдиху;
- проголошення під час тесту спеціальних звуків.

4.2 Превентивна система безпеки

Останнім часом на передній план автомобільних систем безпеки виходять т.зв. превентивні (попереджувальні) системи. Превентивна система безпеки (інше найменування – система попередження зіткнення) покликана уникнути зіткнення, а якщо воно сталося – зменшити тяжкість аварії.

Залежно від конструкції конкретної системи в ній можуть бути реалізовані наступні функції:

- попередження водія про небезпеку зіткнення;
- підготовка гальмівної системи до екстреного гальмування;
- активація окремих пристроїв пасивної безпеки;
- часткове або повне автоматичне гальмування.

Для реалізації даних функцій в превентивних системах безпеки використовуються технології адаптивного круїз- контролю, системи динамічної стабілізації, системи пасивної безпеки.

Ряд превентивних систем, що реалізують функцію автоматичного гальмування, носять назву систем екстреного гальмування. Таким чином, превентивна система безпеки це ефективний симбіоз систем активної і пасивної безпеки.

Таблиця 4.1 – Система Pre-Safe

Умова	Дія
ризик зіткнення (радіолокаційна інформація, екстрене гальмування)	натяг ременів безпеки водія і переднього пасажира
	переклад кута нахилу подушок і спинок передніх і задніх сидінь в оптимальне положення
	підйом задніх підголівників
ризик заносу, бокового удару і перекидання (бічне прискорення)	зміцнення подушок і спинок передніх і задніх сидінь (заповнення повітряних камер і створення валиків)
	закриття бічних стекол на передніх і задніх дверях
	закриття люка на даху

В даний час превентивні системи безпеки досить широко поширені і активно впроваджуються на легкові автомобілі. Відомими превентивними системами безпеки є:

- Pre-Sense Front, Pre-Sense Front Plus і Pre-Sense Rear від Audi;
- Pre-Safe і Pre-Safe Brake від Mercedes-Benz;
- Collision Mitigation Braking System, CMBS від Honda;
- City Brake Control від Fiat;
- Collision Warning with Brake Support і Forward Alert від Ford;
- Forward Collision Mitigation, FCM від Mitsubishi;
- Pre-Collision System, PCS від Toyota;
- Front Assist і City Emergency Brake від Volkswagen;
- Collision Warning with Auto Brake і City Safety від Volvo;
- Predictive Emergency Braking System, PEBS від Bosch.

Система Pre-Safe від Mercedes-Benz на швидкості понад 30 км/год оцінює характер руху (швидкість, обороти двигуна та ін.) і дії водія (рульове управління, педаль газу, гальмівну систему).

Таблиця 4.2 – Система Pre-Safe Brake

Умова	Дія
виявлення перешкоди (автомобіль, людина) в просторі перед машиною	розрахунок часу ймовірного зіткнення
2,5 с до розрахункового зіткнення	подача трьох звукових сигналів попередження
1,6 с до розрахункового зіткнення	часткове автоматичне гальмування (40% від максимального гальмівного тиску)
	натяг ременів безпеки
водій зреагував і натиснув на педаль гальма	створення максимального гальмівного тиску
водій зреагував і звернув на іншу смугу	зменшення гальмівного тиску
0,6 с до розрахункового зіткнення, водій не реагує на попередження	автоматичне створення максимального гальмівного тиску

Система Pre-Safe завжди включена і не може бути відключена водієм. Ведеться інтенсивна робота над створенням системи Pre-Safe другого покоління, яку планується оснастити:

- бічними панелями кузова що змінюють форму перед аварією;
- сидіннями передніх пасажирів які зрушуються до центру при бічному ударі;
- вертикальної подушкою безпеки між водієм і переднім пасажиром;
- надувними ременями безпеки для задніх пасажирів;
- зовнішньою фрикційною подушкою для здійснення екстреного гальмування.

Система Pre-Safe Brake від Mercedes-Benz для ідентифікації критичної ситуації використовує радар. Вона працює на швидкості 30-200 км/год і сканує ділянку 200 м перед автомобілем. Система Pre-Safe Brake може бути виключена водієм.



Рисунок 4.5 – Система екстреного гальмування

Система Collision Mitigation Braking System від Honda за допомогою радара на швидкості понад 15 км/год і відстані до 100 м фіксує рухомі й нерухомі автомобілі (мотоцикли). Робота системи CMBS подібна системі Pre-Safe Brake. Система CMBS примусово вимикається за допомогою спеціальної кнопки.

Таблиця 4.3 – Система Collision Mitigation Braking System

Умова	Дія
3 с до зіткнення з перешкодою	подача звукових і світлових сигналів про небезпеку
2 с до зіткнення, водій не реагує на попередження	три різких ривка на ремень безпеки водія
1с до зіткнення, водій не реагує на попередження	часткове автоматичне гальмування, натяг ременів безпеки
водій зреагував і натиснув на педаль гальма	створення максимального гальмівного тиску

Система City Safety від Volvo використовує в своїй роботі лідар. В силу особливостей даного датчика область застосування системи знаходиться на швидкостях до 30 км/год і відстані до 10 м.

На відміну від інших превентивних систем City Safety не попереджає водія про ймовірне зіткнення. Система спрацьовує досить пізно і грубо, щоб водії не покладалися на неї в кожній дорожньої ситуації. Система може бути виключена, але автоматично включається при кожній новій поїздки.

Таблиця 4.4 – Система City Safety

Умова	Дія
автомобіль наближається до перешкоди зі швидкістю, яка може призвести до аварії	підготовка гальмівної системи до гальмування (активація насоса на кілька сотих часток секунди, підведення колодок до дисків)
водій не реагує на перешкоду	зменшення величини крутного моменту (за допомогою блоку управління двигуном)
водій не реагує на перешкоду	автоматичне гальмування
водій реагує на перешкоду (рух рульового колеса, педалі гальма)	автоматичне гальмування не активується
водій недостатньо сильно натиснув на педаль гальма	включення в роботу системи ЕВА (Emergency Brake Assist) і створення максимального гальмівного зусилля

4.3 Система комунікації між автомобілями

Одним з перспективних напрямків підвищення безпеки руху є розробка і впровадження системи комунікації між автомобілями. Система являє собою різновид бездротової мережі (WLAN – Wireless Local Area Network), в якій виділяються два типи вузлів – транспортний засіб (автомобіль, мотоцикл) і об'єкти інфраструктури (світлофор, центр регулювання руху).

Система комунікації між автомобілями є складовою частиною інтелектуальної транспортної системи. Бездротовий доступ до транспортних засобів (WAVE – Wireless Access in Vehicular Environments) організований відповідно до стандарту IEEE 802.11p. Система зв'язку ближньої дії (DSRC – Dedicated Short Range Communications) реалізується з 2002 року.

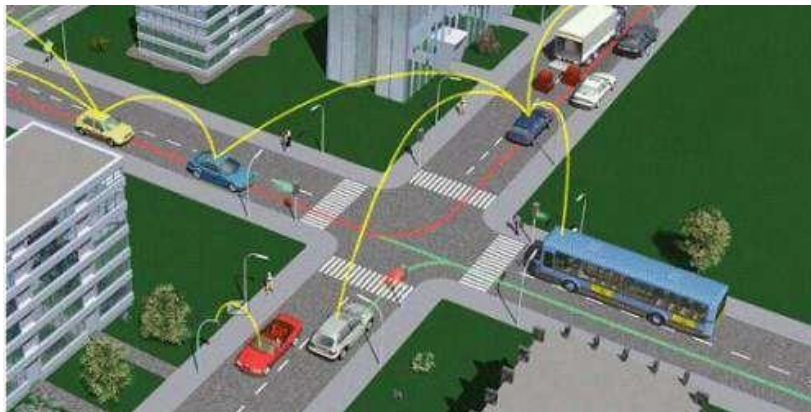


Рисунок 4.6 – Система комунікації між автомобілями

Основні характеристики системи: частота – 5,9 ГГц, радіус дії – до 1000 м, швидкість транспортного засобу – до 100 км/год. За своєю суттю це знайомий нам Wi-Fi для автомобілів.

Система комунікації між автомобілями має кілька усталених назв, в Європі це Car-to-Car (Car2Car, C2C), в США – Vehicle-to-Vehicle (V2V). Зв'язок автомобіля з об'єктами інфраструктури позначається як Car-to-Infrastructure (C2I), Vehicle-to-Roadside (V2R). Але всі ці назви не розкривають суті системи комунікації, тому останнім часом в ходу

інша назва – Car-to-X (C2X). Під «X» розуміються транспортні засоби та об'єкти інфраструктури.

В даний час над створенням і удосконаленням системи комунікації між автомобілями працюють різні організації, серед яких державні транспортні установи, навчальні заклади США і Європи, автовиробники (Audi, BMW, Daimler, General Motors, Ford, Honda, Mercedes-Benz, Nissan, Opel, PSA, Toyota, Volkswagen, Volvo), виробники електронних компонентів (Bosch, Continental, Siemens) та інші компанії.

Для консолідації зусиль в роботі, ряд компаній об'єднався в консорціум (Car-to-Car Communication Consortium). Робота над системою комунікації організована в рамках окремих проєктів, наприклад в Німеччині, здійснюється проєкт Safe Intelligent Mobility – Testfield Germany (SIM-TD).

Для реалізації бездротового з'єднання на автомобіль встановлюється ряд конструктивних елементів – антена, приймач, передавач, блок управління, які можуть бути об'єднані в єдиний WLAN-модуль. В якості модуля може використовуватися звичайний смартфон з відповідним програмним забезпеченням, синхронізований з автомобілем.

Антену в модулі можна встановлювати бездротове з'єднання. Приймач і передавач відповідно приймають і передають інформацію. Основну роботу виконує блок керування. Він обробляє вхідні внутрішні (від автомобіля) і зовнішні (з мережі) сигнали і перетворює їх в керуючі вихідні сигнали, які, в свою чергу, транслюються на автомобільну аудіосистему та інформаційний дисплей. В екстреному випадку система комунікації може впливати на органи управління автомобілем, попереджаючи аварію.

В системі C2C розрізняють кілька способів попередження водія: звуковий сигнал і кольорова смуга на приладовій панелі, що змінює колір залежно від ступеня небезпеки (Ford, Mercedes-Benz), звуковий сигнал і попереджувальний знак на центральній консолі (General Motors, Toyota), приладової панелі (Honda, Hyundai, Nissan, Volkswagen). Деякі виробники на додаток до візуальної та звукової сигналізації, пропонують до використання вібрацію спинки сидіння водія (вібрає та сторона, з якої загрожує небезпека).

Систему комунікації між автомобілями планується використовувати в різних областях, серед яких забезпечення безпеки, управління рухом, здійснення електронних платежів, доступ до глобальних інформаційних ресурсів, здійснення контролю руху, автоматизація руху автомобіля.

Ряд функцій, наприклад, виконання електронних платежів, повністю опрацьовані і широко використовуються в багатьох країнах. Над іншими додатками ще ведеться активна робота.

Забезпечення безпеки руху є основною функцією системи комунікації транспортних засобів. Ідея полягає в тому, що транспортний засіб, який виявив потенційну небезпеку, попереджає про неї інших учасників руху. Небезпека

розпізнається на підставі оцінки руху автомобіля і дій водія. Відповідні датчики визначають різку зміну напрямку руху, швидкість обертання окремих коліс, різке натиснення педалі гальм та ін.

Система комунікації забезпечує безпеку за наступними напрямками:

- допомога при проїзді перехрестя;
- допомога при повороті наліво;
- безпечний роз'їзд із зустрічним автомобілем;
- попередження при виїзді на автомагістраль;
- виявлення перешкод на дорозі;

- інформування про дорожньо-транспортну пригоду;
- попередження про екстрене гальмування;
- попередження тилового зіткнення (електронний стоп- сигнал);
- попередження про зміну смуги руху;
- попередження про погані погодні умови;
- інформування про дорожні знаки;
- оповіщення про наближення мотоциклістів.

Ряд із зазначених додатків вже реалізовані на сучасних автомобілях з допомогою відеокамери і радара, наприклад в системах екстреного гальмування, допомоги при перестроюванні, розпізнавання дорожніх знаків. Але технічні можливості системи Car-to-Car значно ширші, жодна з перерахованих систем не може заглянути за кут.

Система комунікації між автомобілями знаходить широке застосування і в управлінні рухом. Основною метою проведених заходів є попередження заторів, а також адаптація руху до конкретних погодних умов. Основними напрямками бездротового регулювання руху є:

- регулювання швидкості потоку;
- управління світлофорами;
- управління транспортною розв'язкою;
- забезпечення руху машин спеціальних служб;
- забезпечення руху в режимі «зелена хвиля»;
- попередження про затор;
- вибір оптимального маршруту за різними критеріями (час, паливо, плата).

Поряд з керуванням рухом система комунікації між автомобілями дозволяє ще й контролювати цей рух, що обов'язково буде затребуване наглядовими органами (поліцією, службою безпеки). Чи потрібен саме зараз водієві такий «великий брат», який буде стежити за всіма його діями? Однозначної відповіді поки що немає.

Система комунікації може бути використана для отримання різного роду контенту, не пов'язаного безпосередньо з рухом. Бездротовий зв'язок з мережею Інтернет дозволяє проводити пошук інформації, завантаження файлів, відправляти (отримувати) поштові повідомлення, використовувати електронні ігри.

У перспективі система комунікації між автомобілями повинна стати основою системи автоматичного управління автомобілем.

Якщо розробка системи комунікації транспортних засобів здійснюється досить активно, то з впровадженням даної системи є серйозні проблеми. Основна проблема полягає в низькому рівні поширення системи, через порівняно високу ціну WLAN-модуля. Для ефективного використання системи Car-to-Car 10-15 % транспортних засобів повинні бути оснащені бездротовим обладнанням, а до цього поки дуже далеко.

Інша проблема – відносно низька ступінь надійності системи у визначенні небезпеки. Якщо водій не отримує попередження від системи, то це не означає, що попереду немає небезпеки. Навіть якщо всі автомобілі і мотоцикли будуть оснащені системою C2C, залишаються інші учасники руху (велосипедисти, пішоходи), у яких даної системи ніколи не буде.

При активній роботі, система комунікації між автомобілями просто завалить водія різного роду інформацією, з якої далеко не вся потрібна для руху. Це, в кінцевому рахунку, буде постійно відволікати водія від його основного заняття – водіння автомобіля.

Ще одна проблема пов'язана з конфіденційністю інформації в бездротовій мережі. При даному способі зв'язку велика ймовірність перехоплення інформації і використання

її в корисних цілях.

температура» і «низький рівень палива». Наступні спрощені рядки комп'ютерної програми показують логічний результат (умови включення індикаторів):

ЯКЩО сигнал «температура» > «висока температура» ТОДІ сигнал висока температура» – Увімкнути;

ЯКЩО сигнал «рівень палива» < «низький рівень палива» ТОДІ сигнал «низький рівень палива» = Увімкнути.

Для будь-яких специфічних вимог транспортного засобу створюється ціла програма індикації.

4.4 Проекційний дисплей

Все більшої популярності набирає проекційний дисплей на лобове скло автомобіля (Head-Up Display, HUD, дослівно – дисплей піднятої голови). Незаперечними перевагами даного пристрою є комфорт і безпека руху. Система проектує на лобове скло автомобіля або спеціальний екран актуальну інформацію, яка розташовується на лінії погляду водія і дозволяє не відволікатися від керування транспортним засобом. В автомобіль проекційний дисплей прийшов з авіації.

Вперше індикацію на лобовому склі застосував General Motors у 1988 році. У 1998 році, саме у GM з'явився перший кольоровий дисплей. З 2003 року проекційний дисплей став встановлювати BMW. В даний час HUD використовується на багатьох автомобілях преміум-класу. У міру здешевлення технологія стане доступною і для бюджетних автомобілів.

Розрізняють декілька різновидів проекційного дисплея: штатний, мобільний, проекційний дисплей на базі смартфона.

Штатний проекційний дисплей пропонується в якості опції при покупці нового автомобіля. Конструктивно він об'єднує проектор, проекційну систему і проекційний екран. Для формування зображення використовується проектор високої контрастності і колірної насиченості.

Він отримує сигнал від різних систем автомобіля: керування двигуном, навігаційної системи, нічного бачення, адаптивного круїз-контролю, допомоги при перестроюванні, розпізнавання дорожніх знаків, автомобільної аудіосистеми.

Проекційна система, що складається з дзеркал і лінз, фокусує зображення на лобове скло.

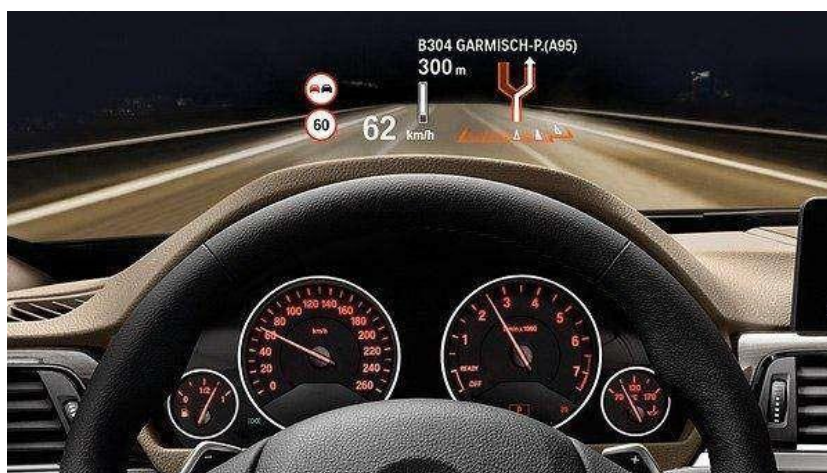


Рисунок 4.7 – Проекційний дисплей BMW

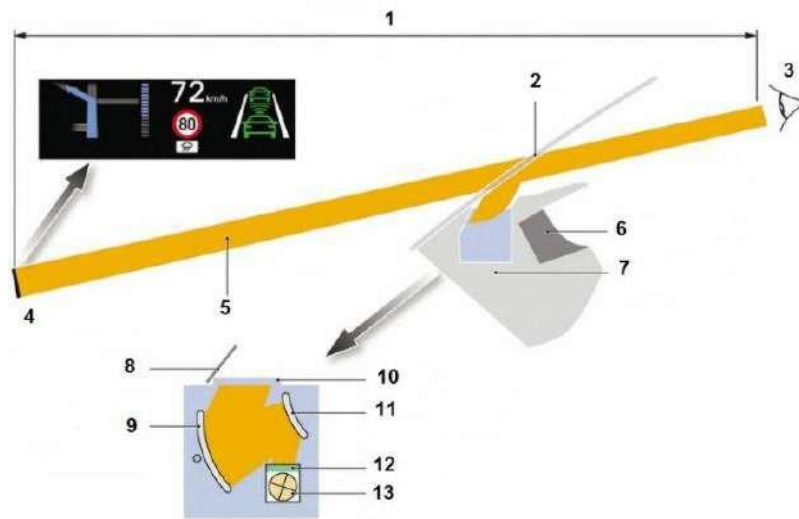


Рисунок 4.8 – Схема проекційного дисплея: 1 – відстань перегляду, 2 – лобове скло, 3 – водій, 4 – віртуальне зображення, 5 – лінія погляду, 6 – приладова панель, 7 – проекційний дисплей, 8 – похиле дзеркало, 9 – поворотне коригуюче дзеркало, 10 – захисне прозоре скло, 11 – фіксоване коригуюче дзеркало, 12 – дисплей, 13 – джерело світла

Проекційна система дозволяє настроїти положення зображення на лобовому склі під потреби конкретної людини. Проектор разом з проекційною системою розташовується в поглибленні над панеллю приладів (торпедою) автомобіля.



Рисунок 4.9 – Проекційний дисплей від Mini

Проекційний екран дозволяє отримати зображення в перспективі (віртуальне зображення), що знижує концентрацію погляду. Розрізняють два типи екранів.

Найпоширенішим екраном є спеціальна прозора плівка, яка наклеєна на лобове скло і перешкоджає розсіюванню зображення. На автомобілях Mini замість плівки застосовується прозорий екран.

Залежно від конструкції проекційного дисплея на екран виводиться різна інформація:

- швидкість руху;
- частота обертів колінчастого вала;
- вказівки навігаційної системи;
- знаки обмеження швидкості руху, заборони обгону;
- наявність автомобіля в сліпій зоні;
- наявність пішоходів на дорозі в темну пору;
- дублювання сигнальних ламп панелі приладів.

У зв'язку з активним розвитком системи перелік виведеної на екран інформації

постійно змінюється.



Рисунок 4.10 – Проекційний дисплей від Garmin

Мобільний проекційний дисплей являє собою портативний проектор, який встановлюється в певному місці салону автомобіля і проектує зображення на лобове скло.

Наприклад, проектор Garmin встановлюється безпосередньо на торпеду, а пристрій від Pioneer кріпиться до сонцезахисного козирка.



Рисунок 4.11 – Проекційний дисплей на базі смартфона

Відеосигнал на проектор надходить від смартфона, який підключається по бездротовому каналу Bluetooth або USB кабелю. Функціонал мобільного проекційного дисплея значно менше штатного пристрою. В основному це вказівки навігаційної системи, яку попередньо потрібно встановити на смартфон.

Великі можливості для водія пропонує мобільний проекційний дисплей від компанії Navdy. Дисплей можна з'єднувати зі смартфоном водія по каналу Wi-Fi або Bluetooth, а також з бортовим комп'ютером через діагностичний роз'єм. Крім вказівок навігаційної системи, пристрій може виводити інформацію від автомобільних датчиків. Вбудована інфрачервона камера дозволяє реалізувати жестові керування дисплеєм, а мікрофон – голосове керування.

Ще більшою простотою відрізняється проекційний дисплей на базі смартфона. За своєю суттю це спеціальна програма, яка виводить певну інформацію (навігація та ін.) на екран смартфона. Сам смартфон розташовується на панелі приладів. Екран смартфона відбивається в лобовому склі, представляючи візуальну інформацію водієві.

Необхідно відзначити, що технологія проектування інформації на лобове скло саме автомобіля – тільки на початку свого розвитку. У перспективі Head-Up Display повинен стати однією зі складових систем доповненої реальності.

4.10 Система виявлення пішоходів

Вона призначена для запобігання зіткнення з пішоходами. Система розпізнає людей біля автомобіля, автоматично уповільнює автомобіль, знижує силу удару і навіть уникає зіткнення з людиною. Застосування системи дозволяє на 20 % скоротити смертність пішоходів при дорожньо-транспортній пригоді і на 30 % знизити ризик важких травм.

Вперше система виявлення пішоходів була використана на автомобілях Volvo в 2010 році. В даний час система має ряд модифікацій (комерційних назв):

- Pedestrian Detection System від Volvo;
- Advanced Pedestrian Detection System від TRW;
- EyeSight від Subaru.

В системі виявлення пішоходів реалізовані наступні взаємопов'язані функції:

- виявлення пішоходів;
- попередження про небезпеку зіткнення;
- автоматичне гальмування.

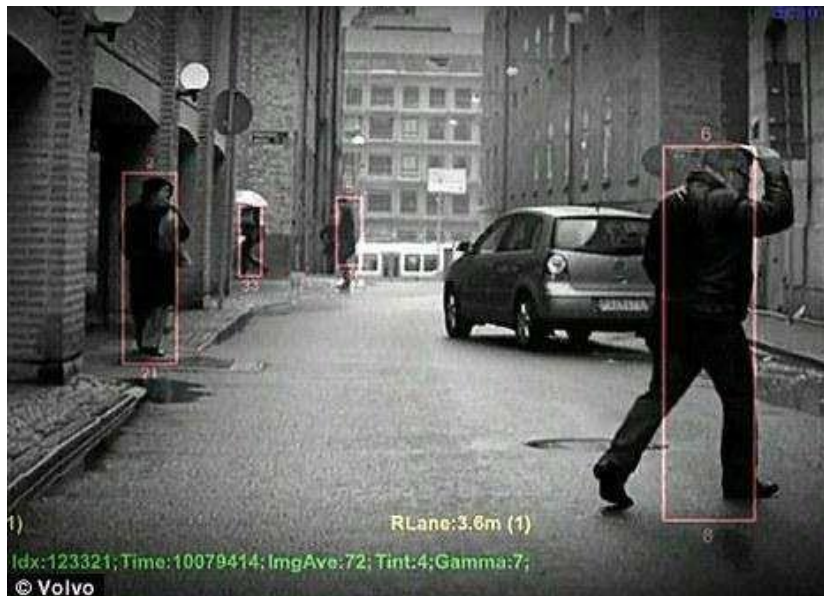


Рисунок 4.11 – Робота системи виявлення пішоходів Volvo

Для виявлення пішоходів використовується відеокамера і радар (дві відеокамери у Subaru), які ефективно працюють на відстані до 40 м. Якщо пішохід виявлений відеокамерою і результат підтверджений радаром, система відстежує рух пішохода, прогнозує його подальше переміщення і оцінює ймовірність зіткнення з автомобілем.

Результати виявлення виводяться на екран мультимедійної системи. Система також реагує на транспортні засоби, які стоять на місці або рухаються в попутному напрямку.

Якщо система встановила, що при поточному характері руху автомобіля зіткнення з пішоходом неминуче, надсилається звукове попередження водієві. Далі система оцінює реакцію водія

на попередження – зміна характеру руху автомобіля (гальмування, зміна напрямку руху). Якщо реакція водія відсутня, система виявлення пішоходів автоматично зупиняє автомобіль. В цій якості система виявлення пішоходів є похідною системи автоматичного екстреного гальмування.

Система виявлення пішоходів дозволяє повністю уникнути зіткнення автомобіля з

людиною на швидкості до 35 км/год. При більшій швидкості система не може повністю запобігти дорожньо-транспортній пригоді, але тяжкість наслідків для пішохода може бути значно зменшена, за рахунок уповільнення автомобіля перед зіткненням. Статистичні дані по цій системі свідчать, що вірогідність смертельного результату від зіткнення пішохода з автомобілем на швидкості 65 км/год складає 85 %, 50 км/год – 45%, 30 км/год – 5 %.

Ризик травмування пішоходів значно знижується, якщо система виявлення пішоходів використовується спільно з системою захисту пішоходів або подушкою безпеки для пішоходів. Виявлення пішоходів за допомогою інфрачервоних камер реалізовано в системі нічного бачення, але активне попередження зіткнення в ній не передбачено.

Система виявлення пішоходів показала свою ефективність в складних умовах міського руху. Вона дозволяє одночасно відстежувати кілька пішоходів, що рухаються різними курсами, розрізняє рух пішоходів з парасольками під час дощу, тощо. Але ця система непрацездатна вночі і в погану погоду (сніг, дощ).

4.5 Система попередження про велосипедистів

Дедалі більшого поширення набувають системи активної безпеки, які виявляють небезпеку і попереджають про неї водія. Камера і радар, встановлені на автомобілі, дозволяють безпечно паркуватися, змінювати смугу руху, виявляти на своєму шляху інші автомобілі, пішоходів і навіть диких тварин.

Компанія Jaguar Land Rover запропонувала інноваційну систему попередження про велосипедистів. Система Bike Sense при вияві потенційної небезпеки зіткнення з велосипедистом задіє зір, слух і тактильні відчуття водія. При цьому вплив на водія проводиться на інстинктивному рівні, що дозволяє швидше перейти до дії.



Рисунок 4.12 – Система попередження про велосипедистів

Система попередження про велосипедистів, будучи електронною системою, включає вхідні пристрої, блок керування і виконавчі пристрої. В якості вхідних пристроїв виступають радар з широким радіусом дії і відеокамери, встановлені спереду і ззаду автомобіля. Критерієм розпізнавання велосипедиста є швидкість його руху (до 15 км/год) і його типовий обрис.

Вхідні пристрої визначають велосипедиста на відстані 10 м. Сигнали від вхідних пристроїв обробляються електронним блоком керування. Залежно від конкретної дорожньої ситуації активізуються певні виконавчі пристрої. Активізація виконавчих

пристроїв проводиться при знаходженні велосипедиста на відстані 5 м від автомобіля.

Виконавчими пристроями системи Bike Sense є:

- звуковий сигнал тривоги;
- надувні валики в спинці сидіння водія;
- вібратор на педалі акселератора;
- вібратор на внутрішній ручці дверей;
- світлодіодне підсвічування на внутрішніх елементах салону.

Для попередження про небезпеку використовується звуковий сигнал велосипедного дзвінка. Такий сигнал краще асоціюється з велосипедистом. Залежно від положення велосипедиста щодо автомобіля сигнал транслюється з лівих чи правих динаміків акустичної системи. У спинці водійського сидіння обладнані спеціальні надувні валики. Залежно від положення велосипедиста щодо автомобіля активізується лівий або правий валик, натискаючи, відповідно, на ліве або праве плече водія.

Таблиця 4.3 – Алгоритм роботи системи попередження про велосипедистів

Ситуація	Дія
Наближення велосипедиста ззаду автомобіля під час руху	Сигнал тривоги з боку небезпеки
	Надувний валик з боку небезпеки
	Світлодіодне підсвічування з боку небезпеки
Наближення велосипедиста (пішохода) в поперечному напрямку попереду автомобіля, що стоїть перед пішохідним переходом	Сигнал тривоги з боку небезпеки
	Вібрація педалі акселератора
Наближення велосипедиста ззаду автомобіля що стоїть і намір водія або пасажирів вийти з автомобіля (відкрити двері)	Вібрація дверної ручки з боку небезпеки
	Світлодіодне підсвічування з боку небезпеки

Вібратор на педалі акселератора спрацьовує для попередження небажаного зрушення автомобіля з місця. Вібратор на внутрішній ручці дверей активізується, щоб попередити небезпечне відкриття дверей, якою можна травмувати велосипедиста що рухається.

На передніх стійках кузова, верхній частині приладової панелі, внутрішній оббивці дверей, встановлене комбіноване світлодіодне підсвічування зеленого, жовтого і червоного кольору. Світлодіоди певного кольору задіюються в залежності від ступеня небезпеки зіткнення з велосипедистом (зелений – безпечно, жовтий – можлива небезпека, червоний – небезпечно).

В алгоритмі роботи системи попередження про велосипедистів передбачено три типові ситуації, на які пропонується певний набір дій. Незважаючи на оригінальність і значимість даної системи, вона не матиме вирішального значення для підвищення безпеки велосипедистів. Для захисту велосипедистів потрібно зміни законодавства в частині дорожнього руху і розвитку велосипедної інфраструктури.

4.6 Система наскрізного бачення

Португальські вчені знайшли нову сферу застосування системи комунікації між

автомобілями.

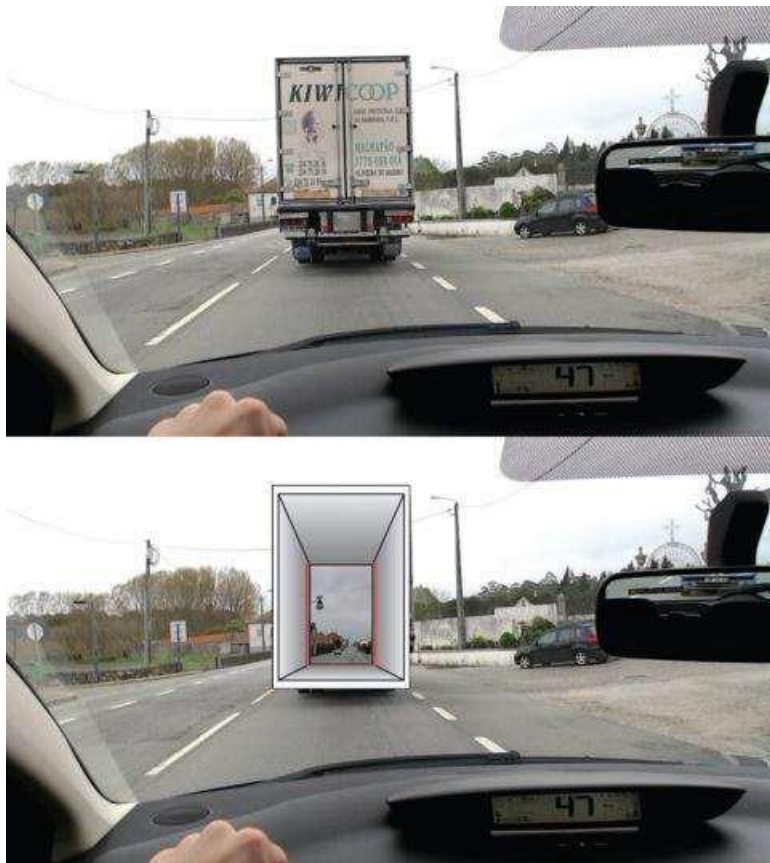


Рисунок 4.13 – Система наскрізного бачення

Запропоновано систему наскрізного бачення (See-Through System), яка покликана допомогти водієві, який рухається за великогабаритним транспортним засобом (вантажний автомобіль, автобус), здійснити безпечний обгін.



Рисунок 4.14 – Електронний стоп-сигнал

Система дозволяє дивитися крізь автомобіль, тому крім обгону може бути корисна для водія при екстремому гальмуванні або перестроюванні через транспортний засіб що рухається попереду. Робота системи наскрізного бачення побудована на бездротовому зв'язку ближнього радіусу дії (DSRC), за допомогою якої інформація в режимі реального часу передається на транспорт що їде позаду.

На вантажному автомобілі (автобусі) на лобовому склі встановлена відеокамера, яка підключена до блоку керування. Процесор стискає зображення і формує сигнал для передачі по бездротовій мережі. Легковий автомобіль, що рухається позаду, приймає сигнал, обробляє його і проєктує зображення на дисплей

мультимедійної системи або на прозорий рідкокристалічний дисплей, розташований на лобовому склі автомобіля. Водій бачить, що відбувається попереду і може вибрати підходящий момент для обгону.

Відзначаються дві проблеми в роботі системи наскрізного бачення. Перша проблема полягає в можливій помилці комп'ютера, яка тягне за собою надання невірної або спотвореної інформації. Рішення проблеми просте – відключення зображення в разі збою системи.

Друга проблема серйозніша, тому що пов'язана з затримкою в передачі зображення. Незважаючи на незначний інтервал затримки (200 мс) переміщення автомобіля за цей час при швидкості 90 км/год складе близько 10 м. Таким чином, водій легкового автомобіля буде бачити не реальний зустрічний автомобіль, а його зображення на 10 м далі реального. Рішення цієї проблеми в даний час поки немає.

Подальшому впровадженню системи наскрізного бачення перешкоджає і недостатнє поширення засобів зв'язку між автомобілями.

Бачити крізь автомобіль попереду дозволяє і інша система, що отримала назву електронний стоп-сигнал (Electronic Brake Light). Система є розробкою компанії Ford. Електронний стоп-сигнал також побудований на бездротовій комунікації між автомобілями.

Якщо водій зробив гальмування, попередження для інших автомобілів одразу передається по бездротовому каналу. Позаду йдуть автомобілі обладнані дисплеєм, на який виводиться попередження. Електронний стоп-сигнал дозволяє уникнути зіткнення при екстремому гальмуванні автомобіля попереду. Навіть якщо зіткнення неминуче, наслідки його будуть мінімальні.

4.7 Паркувальна система

Паркувальна система (інше найменування – система допомоги при парковці, має повсякденну назву – «парктронік») є допоміжною системою активної безпеки автомобіля, що полегшує процес парковки автомобіля. Найбільша ефективність від застосування паркувальної системи реалізується при русі

автомобіля заднім ходом, в темний час доби, при сильному тонуванні стекол, а також в умовах обмеженого простору (парковка, гараж, тощо).

Паркувальні системи можна умовно розділити на дві великі групи – пасивні і активні. Пасивні паркувальні системи представляють тільки необхідну для парковки інформацію, при цьому керування автомобілем здійснюється водієм. Активні паркувальні системи забезпечують паркування автомобіля в автоматичному або автоматизованому (автоматично виконуються окремі функції) режимі.

Відомими пасивними паркувальними системами є:

- Parktronic System, PTS на автомобілях Audi;
- Parking Distance Control, PDC на автомобілях BMW;
- Acoustic Parking System, APS на автомобілях Audi;
- Park Assistant на автомобілях Opel;

- Optical Parking System, OPS на автомобілях Audi.



Рисунок 4.15 – Візуалізація роботи датчиків паркувальної системи

Пасивні паркувальні системи встановлюються на автомобіль при покупці в якості опції або окремо. На один автомобіль може бути встановлено кілька пасивних паркувальних систем. В основу роботи пасивних паркувальних систем покладено контроль відстані до перешкоди і інформування водія про це.

Торгова назва «Парктронік» (Parktronic System), з огляду на її популярність, стала прозивним ім'ям більшості пасивних паркувальних систем, що встановлюються на автомобілі. Конструктивно парктронік включає датчики паркування, електронний блок керування і пристрій індикації.

В якості датчиків паркування використовуються ультразвукові датчики. Зазвичай встановлюється 4-8 датчиків парковки, з яких 4 задніх датчика і, при необхідності, 2-4 передніх датчика. Датчики встановлюються, як правило, в передньому і задньому бампері автомобіля.

Датчик посилає сигнал ультразвукової частоти (близько 40 кГц) і приймає його відлуння від перешкоди. Чим менше час повернення сигналу, тим ближче знаходиться перешкода. Ефективна робота датчика парковки здійснюється на відстані 0,25-1,8 м від перешкоди.

Електричні сигнали від датчиків надходять в електронний блок керування. Залежно від величини сигналів електронний блок формує інформацію для пристрою індикації.

Пристрій індикації (індикаторний пристрій) служить для відображення інформації про наближення до перешкоди і попередження водія про небезпеку. У пристроях застосовуються такі види індикації: звукова; світлова; цифрова; оптична.

Робота звукового індикаторного пристрою характеризується подачею звукових сигналів з певною частотою в залежності від відстані до перешкоди (від переривчастого до безперервного сигналу). Звукова сигналізація, наприклад, використовується в системі APS.

У пристроях, обладнаних світловою індикацією, використовується світлова шкала, реалізована за допомогою світлодіодів різного кольору. Залежно від відстані до перешкоди відбувається зміна кольору від зеленого до червоного.

Пристрій цифрової індикації показує фактичну відстань до перешкоди. Зазвичай цифрова індикація поєднана зі світловою індикацією. Оптична індикація передбачає наявність рідкокристалічного дисплея, на який виноситься цифрова і колірна інформація, а також схематичне зображення автомобіля. Прикладом оптичної паркувальної системи є система OPS.

З метою поліпшення заднього огляду і полегшення руху і пакування заднім ходом,

в автомобілях може встановлюватися камера заднього виду.

В даний час це одна з затребуваних опцій, пропонованих при покупці автомобіля. Відеокамера знімає те, що відбувається за автомобілем і передає на інформаційний дисплей. Крім цього, на інформаційний дисплей може виводитися рекомендований напрямок руху.

Камера заднього виду є одним з елементів системи кругового огляду. Включення камери проводиться при включенні передачі заднього ходу. За своєю суттю, камера заднього виду є різновидом пасивної паркувальної системи. Наступним поколінням розвитку паркувальних систем є активні паркувальні системи.

4.8 Система автономної парковки

Система автономної парковки є подальшим розвитком системи автоматичного паркування. За своєю суттю ця система забезпечує один з напрямків автоматичного керування автомобілем. В даний час розробкою системи автономної парковки займаються кілька компаній: Volkswagen з Bosch, BMW з Continental.

Далі за всіх в своїх дослідженнях пішла BMW, запропонувавши прототип системи автономної парковки під назвою Remote Valet Parking Assistant (дослівно – дистанційний помічник парковки). За заявами виробника система планується до масової установки на серійні автомобілі з 2020 року.

В системі Remote Valet Parking Assistant реалізовано дві основні функції:

- попередження зіткнення автомобіля в радіусі 360°;
- автоматична парковка автомобіля без участі водія.

Функція попередження зіткнення надає істотну допомогу водієві, особливо при русі в умовах обмеженого простору і умовах поганої видимості. Тим самим, додатково забезпечується безпека руху.

Автоматична парковка без участі водія (автономна парковка) дозволяє економити час, який витрачає водій на парковку. Особливо ця функція актуальна при парковці в багатоповерхових

паркінгах. Крім того, система забезпечує економію паркувального простору, дозволяючи помістити автомобіль в простір, обмежений 20 см з кожного боку.



Рисунок 4.16 – Система автономної парковки зі Smart Watch

Конструкція системи автономної парковки включає вхідні пристрої, електронний блок керування і виконавчі пристрої.

До вхідних пристроїв відносяться лазерні радары (лідари) і дистанційний пульт керування. В системі використовується чотири лідара, встановлені по периметру автомобіля. Вони сканують простір навколо автомобіля і дозволяють надійно ідентифікувати різні перешкоди (автомобілі, людей, архітектурні форми, тощо).

Активізація функції автономної парковки проводиться за допомогою пульта дистанційного керування, в якості якого виступає Smart Watch (інтелектуальний годинник). В системі від

Volkswagen в якості пульта дистанційного керування використовується смартфон. За допомогою пульта дистанційного керування автомобілі можуть не тільки паркуватися, а й самостійно під'їжджати до місця посадки водія.

Сигнали від вхідних пристроїв надходять в електронний блок керування. Програма керування включає алгоритми оцінки перешкод, коригування швидкості і напрямку руху, пошуку місця парковки, навігації по певному маршруту.

Залежно від відстані до перешкоди блок керування знижує швидкість аж до зупинки або здійснює маневр. У програму керування закладається цифровий план будівлі конкретного паркінгу, що дозволяє рухатися без використання GPS сигналу. Актуально для закритих паркінгів, де сигнал супутника недоступний.

Електронний блок керування формує керуючі сигнали, які надходять в блоки керування різних систем автомобіля: системи керування двигуном, системи курсової стійкості, електропідсилувача рульового керування.

Незаперечною перевагою системи автономної парковки є те, що її впровадження не вимагає дорогих змін в інфраструктурі паркінгів. Тому незабаром ми побачимо її на серійних автомобілях.

4.9 Система кругового огляду

Система кругового огляду є допоміжною системою активної безпеки. Вона призначена для надання допомоги водієві при виконанні маневрування в обмежених умовах (паралельна парковка, перпендикулярна парковка, рух між рядами, виїзд на «сліпе» перехрестя).

Система кругового огляду є підсистемою мультимедійної системи автомобіля. Робота системи заснована на зйомці обстановки навколо автомобіля і виведенні відповідної інформації на інформаційний дисплей.

Система кругового огляду є подальшим розвитком оптичної паркувальної системи, побудованої на камері заднього виду. Вперше система кругового огляду була застосована на автомобілях компанії Nissan в 2007 році.

В даний час цю систему мають в своєму арсеналі багато провідних автовиробників – Mercedes-Benz, BMW, Volkswagen, Land Rover, Nissan, Toyota. Ряд систем кругового огляду мають власні назви:

- Around View Monitor, AVM на автомобілях Nissan;
- Surround Camera System на автомобілях Land Rover;
- Area View на автомобілях Volkswagen.



Рисунок 4.17 – Система кругового огляду Ford Mondeo

Система кругового огляду встановлюється, в основному, на автомобілях преміум-сегмента. Разом з тим, Nissan і тут випередив усіх, запропонувавши систему AVМ в ряді комплектацій бюджетного кросовера Qashqai.

Конструктивно система кругового огляду об'єднує чотири (п'ять у Land Rover) відеокамери з великим кутом огляду, інтегровані по периметру кузова автомобіля. Передня камера (дві передніх камери у Land Rover) встановлена в радіаторних ґратах.

Задня камера вбудована в модуль освітлення номерного знака. Дві бічні камери базуються в корпусах зовнішніх дзеркал заднього виду. Всі відеокамери мають високу роздільну здатність, що дозволяє передавати зображення з високим ступенем деталізації.

«Картинка» з камер передається на дисплей мультимедійної системи. Зображення на дисплеї включає обов'язковий панорамний вид оточення автомобіля (т.зв. вид з висоти пташиного польоту) і деталізоване (збільшене) зображення з однієї або декількох камер (ступінь збільшення можна змінювати). На зображення з камери заднього виду виводяться динамічні напрямні, які вказують можливу і рекомендовану траєкторії руху при паркуванні. Залежно від близькості автомобіля до оточуючих об'єктів напрямні можуть змінювати колір від зеленого (безпечного) до червоного (небезпечного).

Система кругового огляду працює при русі автомобіля на невеликій швидкості (до 10 км/год у Nissan, до 18 км/год у Land Rover). При перевищенні заданої швидкості система автоматично вимикається. Конструкцією передбачено два режими роботи – автоматичний і ручний. Автоматичний режим активується при включенні задньої передачі коробки передач. На дисплей обов'язково виводиться зображення з камери заднього виду. Систему кругового огляду можна включити вручну (примусово) і вибрати деталізоване зображення з будь-якої з камери.

4.10 Система маневрування з причепом

Маневрування з причепом при русі заднім ходом є складним завданням навіть для досвідченого водія, тому поява чергової системи допомоги є цілком закономірною. Концерн Volkswagen розробив систему маневрування з причепом, яку встановлює в якості опції на автомобіль Volkswagen Passat восьмого покоління. Конструктивно система Trailer Assist є подальшим розвитком паркувального автопілоту з використанням камери заднього виду. Система маневрування з причепом, будучи електронною системою, включає вхідні пристрої, електронний блок керування і виконавчі пристрої. До вхідних пристроїв системи відносяться селектор автоматичної коробки передач, кнопка-вимикач паркувального автопілоту, перемикач положення дзеркал заднього

виду, камера заднього виду.

Для активізації системи Trailer Assist селектор АКПП повинен бути переведений в стан руху заднім ходом, паркувальний автопілот включений. За допомогою перемикача положення дзеркал заднього виду задається траєкторія руху

автомобіля з причепом: при переміщенні джойстика вправо або вліво задається певний кут повороту причепа, при переміщенні назад – забезпечується прямолінійний рух. Камера заднього виду фіксує поточний стан причепа щодо автомобіля.



Рисунок 4.18 – Система маневрування з причепом Volkswagen Passat

Інформація від вхідних пристроїв передається в електронний блок керування. В системі Trailer Assist використовуються потужності електронного блоку інформаційної системи автомобіля. На підставі заданого водієм кута повороту причепа,

фактичного кута повороту причепа, що фіксується камерою заднього виду, розраховується і реалізується певний алгоритм роботи системи рульового керування.

Сигнали від електронного блоку керування надходять в електромеханічний підсилювач рульового керування, який автоматично встановлює необхідне положення передніх коліс автомобіля для реалізації заданого маневру з причепом. При роботі системи на дисплеї комбінації приладів відображається поточне і задане положення причепа, що дозволяє контролювати процес.

В результаті система маневрування з причепом автоматично веде причіп в заданому напрямку. Водій, при цьому, управляє тільки швидкістю руху автомобіля за допомогою педаль акселератора або гальма. При необхідності в будь-який момент часу водій може відкоригувати напрямку руху причепа за допомогою перемикача положення дзеркал заднього виду. Система автоматично відключається, якщо водій почав використовувати рульове керування (взявся за рульове колесо).

4.11 Система допомоги при перестроюванні

Перестроювання автомобіля з одного ряду руху в інший, часто стає причиною аварій, тому що водій не помічає транспортні засоби на інших смугах. Система допомоги при перестроюванні (інші назви – система моніторингу «сліпих» зон, система інформування про «мертві» зони, система безпечного перестроювання з ряду в ряд) попереджає водія про небезпеку зіткнення при зміні смуги руху.

Відомими розробниками таких систем є компанії:

- Audi, Volkswagen – система Side Assist;
- BMW – система Lane Change Warning;
- Mazda – система Rear Vehicle Monitoring, RVM;
- Mercedes-Benz – система Blind Spot Assist;
- Porsche – система Spurwechselassistent, SWA;
- Ford – система Blind Spot Information System, BLIS™;
- Volvo – система Blind Spot Information System, BLIS.

Система Audi Side Assist визнана Європейським комітетом незалежної експертизи безпеки автомобілів (Euro NCAP) однією з найкращих систем безпеки 2010 року.

Принцип роботи системи Side Assist заснований на контролі зон руху поруч з автомобілем і позаду нього за допомогою радара і включення попереджувального сигналу при намірі водія змінити смугу руху і наявності перешкоди на іншій смузі.



Рисунок 4.19 – Система допомоги при перестроюванні

Система включає наступні конструктивні елементи:

- кнопка (клавіша) включення на важелі перемикача покажчика поворотів (на панелі дверей);
- радари в зовнішніх дзеркалах заднього виду з правого і лівого боку;
- електронні блоки керування;
- сигнальні лампи (попереджувальні індикатори) на зовнішніх дзеркалах заднього виду з правого і лівого боку;
- контрольна лампа на панелі приладів.

Система допомоги при перестроюванні включається відповідним перемикачем, активується при досягненні автомобілем швидкості 60 км/год. Для визначення об'єктів в

«сліпий» зоні в системі використовується радар. Радарні датчики

встановлюються в зовнішніх дзеркалах заднього виду і випромінюють радіохвилі в певну область біля автомобіля. У ряді систем замість радарів можуть встановлюватися

відеокамери, ультразвукові датчики.

Електронні блоки керування (по одному на кожну сторону) аналізують відображені випромінювання радара, на підставі яких:

- проводиться стеження за рухомими об'єктами;
- розпізнаються нерухомі об'єкти (припарковані автомобілі, дорожня огорожа, стовпи, тощо);
- при необхідності включається сигнальна лампа. Сигнальна лампа працює в двох режимах:
 - інформування – горить безперервно при знаходженні об'єкта в «сліпий» зоні;
 - попередження – блимає при перестроюванні з ряду в ряд і при знаходженні об'єкта в «сліпий» зоні.

Намір водія перейти з ряду в ряд, розпізнається по включеному перемикачу покажчика поворотів.

Система BLIS на відміну від Side Assist використовує для відстеження «сліпої» зони замість радара цифрову камеру з режимом зйомки 25 кадрів/хв. Цифрова камера недостатньо ефективна в умовах поганої видимості (туман, сніг).

Система Blind Spot Information System включається спеціальною кнопкою на панелі приладів і активується на швидкості понад 10 км/год. Система Rear Vehicle Monitoring при знаходженні в небезпечній зоні іншого автомобіля, поряд з світлодіодною індикацією, подає звуковий сигнал.

4.12 Автомобільна система нічного бачення

Система нічного бачення призначена для надання водієві інформації про умови руху в темну пору доби. Система дозволяє розпізнавати всілякі перешкоди, учасників дорожнього руху, пішоходів на неосвітленій дорозі, а також подальшу траєкторію траси. Система допомагає зняти навантаження з водія в умовах поганої видимості і тим самим забезпечує підвищення безпеки руху. В даний час система нічного бачення встановлюється в якості опції на легкові автомобілі преміум-класу. Принцип дії системи заснований на фіксації інфрачервоного (теплового) випромінювання об'єктів спеціальною камерою і його проектування на дисплей у вигляді сірого масштабного образу.



Рисунок 4.20 – Автомобільна система нічного бачення

Розрізняють два типу систем нічного бачення: активні і пасивні. Активні системи використовують додаткове джерело інфрачервоного світла, який встановлюється на

автомобіль. Вони характеризуються високою роздільною здатністю зображення і дальністю роботи близько 150-250 м.

Відомими активними системами нічного бачення є:

- Night View Assist від Mercedes-Benz;
- Night View від Toyota.

Пасивні системи нічного бачення не мають власного джерела інфрачервоного випромінювання. Теплова камера (тепловізор) фіксує інфрачервоне випромінювання об'єктів на відстані до 300 м. Вони мають високий рівень контрастності і низьку роздільну здатність зображення.

Пасивні системи нічного бачення:

- Night Vision Assistant від Audi;
- Night Vision від BMW;
- Night Vision від General Motors;
- Intelligent Night Vision System від Honda.

Найбільш технічно і функціонально досконалою системою нічного бачення є остання розробка Mercedes-Benz – система Night View Assist Plus. Крім стандартних функцій інформування водія, система попереджає пішоходів про потенційну небезпеку.

Конструктивно система Night View Assist Plus об'єднує інфрачервоні активні камери в фарах головного світла, відеокамеру за лобовим склом, електронний блок керування і інформаційний дисплей в кабіні.

Інфрачервоні камери фіксують дорожню обстановку. Відеокамера визначає, в який час доби рухається машина, а також наявність інших машин попереду або на зустрічній смузі. Інформація від камер надходить в електронний блок керування, обробляється і виводиться на інформаційний дисплей.

В якості інформаційного дисплея використовується рідкокристалічний дисплей на щитку приладів (S-клас) або екран навігаційної системи (E-клас). У ранніх системах нічного бачення інформація виводилася на лобове скло.

Попередження пішоходів про небезпеку проводиться шляхом подачі коротких світлових сигналів в сторону пішохода або їх освітлення протягом п'яти секунд фарами автомобіля. При наявності автомобілів попереду або на зустрічній смузі, система не спрацьовує, щоб не засліплювати інших учасників руху.

Алгоритм програми реалізується при швидкості руху понад 45 км/год і розташуванні пішоходів на відстані не більше 80 м.

Ще далі в цьому напрямку пішла компанія BMW, представивши інтелектуальну систему нічного бачення для виявлення пішоходів в небезпечній близькості від проїжджої частини. Система Dynamic Light Spot за допомогою датчиків серцебиття визначає наявність живих істот на відстані до 100 м від машини.

Крім інформації, що виводиться на інформаційний дисплей, система автоматично висвітлює пішохода. Для цього в місця для протитуманних фар встановлені поворотні діодні фари, здатні висвітлювати об'єкти, що знаходяться поза проїзною частиною.

На автомобілях BMW система Dynamic Light Spot встановлюється на додаток до системи нічного бачення Night Vision.

4.13 Система розпізнавання дорожніх знаків

Однією з основних причин дорожньо-транспортних пригод з тяжкими наслідками є перевищення швидкості. Система розпізнавання дорожніх знаків покликана попереджати водіїв про необхідність дотримання швидкісного режиму. Дана система визначає дорожні знаки обмеження швидкості при їх проїзді і нагадує водієві поточну

максимальну дозволена швидкість, якщо він рухається швидше.



Рисунок 12.26 – Система розпізнавання дорожніх знаків

Систему розпізнавання дорожніх знаків (Traffic Sign Recognition, TSR) мають в своєму активі багато відомих автовиробників – Audi, BMW, Ford, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen. Система розпізнавання дорожніх знаків на автомобілях Opel входить до складу системи Opel Eye (разом з системою Lane Departure Warning). Система Opel Eye відзначена в числі кращих розробок в області автомобільної безпеки 2010 року. Mercedes-Benz назвав свою систему Speed Limit Assist (система контролю обмеження швидкості), Volvo – Road Sign Information, RSI (система інформування про дорожні знаки).

Застосовувані на автомобілях системи розпізнавання дорожніх знаків мають типову конструкцію, яка включає відеокамеру, блок керування і засіб виведення інформації.

Відеокамера розташовується на вітровому склі за дзеркалом заднього виду. Камера знімає простір перед автомобілем в зоні розташування дорожніх знаків (праворуч і зверху по ходу руху) і передає зображення в електронний блок керування. Відеокамера також використовується іншими системами активної безпеки – системою виявлення пішоходів, системою допомоги руху по смузі.

Електронний блок керування реалізує наступний алгоритм роботи:

- розпізнавання форми дорожнього знака (кругла форма);
- розпізнавання кольору знака (червоний колір на білому);
- розпізнавання написи (величина швидкості);
- розпізнавання інформаційної таблички (вид транспорту, час дії, зона дії);
- аналіз фактичної швидкості автомобіля;
- порівняння швидкості автомобіля з максимально допустимою швидкістю;
- візуальне і звукове попередження водія при відхиленні.

Зображення у вигляді знака обмеження швидкості виводиться на дисплей комбінації приладів або дисплей інформаційної системи і залишається видимим, поки обмеження не закінчиться або буде змінено. На автомобілях, обладнаних інформаційним дисплеєм, зображення виводиться на лобове скло. У ряді конструкцій система розпізнавання дорожніх знаків взаємодіє з навігаційною системою і використовує відомості про знаки обмеження швидкості з навігаційних карт. Навіть якщо символ не буде визначено відеокамерою, інформація про нього буде введена на панель приладів.

Система здатна розпізнавати обмеження швидкості, що діють для певного виду транспорту (по знакам додаткової інформації – табличок), а також знаки скасування обмеження швидкості. Система Opel Eye пішла далі – вона розпізнає поряд зі знаками

обмеження швидкості, знаки, що забороняють обгін.

Система розпізнавання дорожніх знаків другого покоління інформує водія про різні дорожні знаки. Крім знаків обмеження швидкості, заборони обгону, окремих знаків додаткової інформації, система розпізнає такі знаки:

- проїзд без зупинки заборонено;
- в'їзд заборонено;
- головна дорога (кінець головної дороги);
- перевага зустрічного руху (перевага перед зустрічним рухом);
- поступіться дорогою;
- кінець зони всіх обмежень;
- початок (кінець) населеного пункту;
- початок (кінець) автомагістралі;
- житлова зона.

Перераховані знаки на дисплеї не відображаються. Інформація про розпізнані знаки узгоджується з даними навігаційної системи, поточними параметрами руху автомобіля. В результаті система інформує водія про поточну дорожню ситуацію і сприяє безпечному руху.

4.14 Система виявлення можливих дорожніх пробок

Пробки на дорогах збільшують час перебування в дорозі, шкідливі викиди в атмосферу, а також підвищують ймовірність дорожньо-транспортних пригод, особливо пов'язаних з наїздом ззаду. Компанія Honda представила нову розробку – систему виявлення можливих дорожніх пробок, яка служить для їх запобігання. Система визначає, чи є стиль водіння транспортного засобу причиною виникнення пробки і при позитивній відповіді дає рекомендації щодо його зміни.

В даний час проводяться випробування даної системи на дорогах загального користування в Італії та Індонезії. Система виявлення можливих пробок ґрунтується на положенні, що характер руху (прискорення, уповільнення) автомобіля може викликати пробку.

Дійсно, дорожні пробки виникають не тільки через інтенсивність руху транспортних засобів. Встановлено, що при гальмуванні перед перешкодою, кожний наступний водій сповільнюється інтенсивніше, ніж попередній. Спостерігається т.зв. ефект «гармошки», який і є однією з причин виникнення пробки. Існує поширена практика попередження про пробки на шляху прямування з різних інформаційних каналів (радіо, Інтернет, навігація). Система виявлення пробок пішла значно далі. На підставі оцінки гальмування і прискорення автомобіля визначається стиль водіння



конкретної людини.

Рисунок 4.21 – Центр з керування міським дорожнім рухом в Токіо

Якщо характер руху сприяє виникненню пробки, система пропонує водієві змінити його, виводячи необхідну інформацію на дисплей панелі приладів. При цьому автомобіль зупиняється зі збільшеною дистанцією. Відстань забезпечує інтенсивний розгін і гальмування для автомобіля що йде позаду, тим самим запобігає або зводить до мінімуму ймовірність виникнення пробки.

Про конструкції системи виявлення пробок виробник не повідомляє. Але можна припустити, що в роботі системи використовуються штатні датчики системи курсової стійкості (датчики частоти обертання коліс, датчик поздовжнього прискорення, датчик тиску в гальмівній системі). За допомогою зазначених датчиків можна оцінити параметри руху автомобіля.

Використання системи виявлення пробок дозволяє на 23 % збільшити швидкість руху задньої машини, а також знизити споживання палива на 8 %. Ефективність застосування системи може бути значно підвищена за рахунок інтеграції з системою адаптивного круїз контролю, яка дозволяє автоматично підтримувати необхідну відстань до автомобіля, що йде попереду. Збільшення швидкості може досягати 40 %, зниження споживання палива – 13 %.

Розробка системи виявлення пробок вносить істотний внесок в розвиток системи автоматичного керування автомобілем. Використання даної системи разом з системою стоп-старт дозволяє домогтися істотної економії палива і зниження шкідливих викидів. Разом з тим, перспективи використання системи в нашій країні не дуже райдужні. Залишати значну відстань перед транспортним засобом що зупинився попереду – недозволена розкіш, його тут же займе інший водій. Що поробиш – менталітет.

4.15 Система інформування про світлофори

Поки впровадження системи комунікації між автомобілями в Україні проглядається у віддаленій перспективі, провідні світові автовиробники вже активно опрацьовують її окремі додатки. Так компанія Audi запропонувала систему інформування про світлофори – Online traffic light information, що входить до складу інформаційно-розважальної системи Audi Connect.



Рисунок 4.22 – Система інформування про світлофори «Audi Traffic Light Online» автомобіля Audi A6

Система інформування про світлофори забезпечує бездротове з'єднання автомобіля з міським центром керування рухом і отримання інформації про режими роботи світлофорів на шляху проходження автомобіля. Застосування системи дозволяє досягти економії палива, зниження шкідливих викидів, ефективного використання особистого часу в русі.

У названій системі реалізовано кілька функцій:

- інформування про рекомендовані режими руху;
- інформування про режими роботи світлофора;
- взаємодія з системою стоп-старт.

Отримуючи по бездротовій мережі інформацію про режими роботи світлофора, система повідомляє водієві, яку швидкість він повинен підтримувати, щоб рухатися під зеленим світлом (т.зв.

«зелена хвиля»). Інформація про рекомендовану швидкість руху виводиться на екран бортового комп'ютера або дисплей мультимедійної системи.

Коли автомобіль стоїть на світлофорі система транслює на дисплей час, що залишився до включення зеленого сигналу. Дана інформація повинна сприяти своєчасному початку руху, а значить уникнути виникнення «пробок».

Система інформування про світлофори підвищує ефективність роботи системи стоп-старт, за умови, що вона встановлена на автомобілі. На підставі інформації про режими роботи світлофора система стоп-старт:

- вимикає двигун до повної зупинки автомобіля при червоному сигналі;
- запускає двигун за 5 секунд до зеленого сигналу світлофора.

Як заявляє виробник, система повністю готова до застосування і при її широкому впровадженні можна очікувати позитивні результати.

Над аналогічною системою, що отримала назву Universal Traffic Management Systems (UTMS), працює компанія Honda. Система базується на спеціальних інфрачервоних маяках, розташованих на стовпах уздовж дороги і пов'язаних з єдиним центром керування рухом. За допомогою ІК-маяків здійснюється зв'язок з конкретним автомобілем і передача рекомендацій щодо режиму руху.

Система UTMS забезпечує проходження перехрестя на зелений сигнал світлофора, представляючи водієві рекомендації в підтримці швидкості. Якщо зупинки на червоному сигналі світлофора не уникнути, система забезпечує відповідну швидкість наближення до перехрестя за рахунок своєчасного відпускання педалі газу. Для своєчасного і швидкого старту на зелений сигнал світлофора система посиляє водієві попереднє повідомлення про початок руху.

Ще одна компанія працює над системою інформування про світлофори. Система Green Coordination and Deceleration Assistant від BMW враховує поточну завантаженість доріг і інформацію про сигнали найближчих світлофорів, на підставі яких формуються рекомендації водієві про оптимальну швидкість і маршрути. Крім того система оптимізує роботу двигуна.

4.16 Система передбачення дорожніх умов

Компанія ZF представила систему, яка дозволяє передбачити умови руху на певному маршруті і при необхідності впливати на автомобіль для досягнення оптимального режиму руху по цьому маршруту. Система PreVision Cloud Assist встановлюється на концептуальному електромобілі Smart Urban Vehicle.

Алгоритм роботи системи передбачення дорожніх умов включає наступні послідовні операції:

- збір даних про умови руху;
- передача і збереження даних в хмарному сховищі;
- прийом даних зі сховища і розрахунок оптимального режиму руху;
- реалізація оптимального режиму руху.

Система проводить збір даних про дії водія на конкретній ділянці маршруту, таких як швидкість руху, поздовжнє і поперечне прискорення. Емпіричні дані узгоджуються з інформацією про місцезнаходження автомобіля, який визначається за допомогою GPS.

Кожна дія водія несе інформацію про стан дорожнього полотна, умови видимості. Дані передаються по бездротовій мережі і зберігаються в т.зв. хмарному сховищі – віртуальному сервері, що поєднує кілька фізичних серверів. Хмарне сховище даних забезпечує зберігання необмеженого обсягу інформації, а також доступ до цієї інформації в будь-який час і в будь-якому місці всім, підключеним до сервісу, користувачам.



Рисунок 4.23 – Система передбачення дорожніх умов Tesla

При повторному проходженні маршруту система передбачення приймає збережені в хмарному сховищі дані і проводить розрахунок оптимального режиму руху по цьому маршруту. При необхідності (якщо розрахункові параметри руху відрізняються від фактичних даних) система PreVision Cloud Assist самостійно змінює величину крутного моменту, сповільнюючи або прискорюючи автомобіль. Педаль акселератора, при цьому, може залишатися в натиснутому стані.

Зміна величини крутного моменту виробляється за допомогою системи керування двигуном і (або) системи керування автоматичною коробкою передач. Гальмівна система для уповільнення не використовується, що зменшує втрати енергії і є актуальним для автомобіля з електроприводом.

При необхідності водій в будь-який момент часу може взяти керування автомобілем на себе, різко натиснувши на педаль акселератора і активувавши режим «кікдаун».

В даний час в системі передбачення умов руху реалізовані дві функції: безпечного проходження поворотів і підтримки оптимального швидкісного режиму руху. У перспективі в роботі системи будуть використовуватися дані про погодні умови, об'єкти інфраструктури, дорожню ситуацію. Крім цього, на незнайомих маршрутах система зможе використовувати дані інших транспортних засобів, підключених до хмарного сервісу. Водій буде керувати автомобілем також впевнено, ефективно і безпечно, як на знайомому маршруті.

Конструктивно система PreVision Cloud Assist укладена в електронний блок Openmatics, що забезпечує реєстрацію, передачу і прийом даних про рух. Система активується за допомогою кнопки на дисплеї. Передбачено два режими роботи системи – економічний і спортивний, що враховують індивідуальні переваги конкретного водія.

4.14 Автомобільна навігаційна система

«А ще там є навігатор!» – колись цей відомий рекламний слоган, представляв навігаційну систему одним з головних достоїнств сучасного автомобіля.



Рисунок 4.24 – Штатна навігаційна система Mercedes-Benz

Проте за останні кілька років автомобільний навігатор з дорогої іграшки перетворився на надійного помічника водія.

Автомобільна навігаційна система призначена для визначення положення транспортного засобу, вибору і супроводу маршруту руху. Перший автомобільний навігатор був представлений в 1981 році компанією Alpine.

Розрізняють декілька видів автомобільних навігаційних систем: штатна, мобільна, а також навігаційне програмне забезпечення портативних комп'ютерів і смартфонів.

Перераховані види навігаційних систем мають свої переваги і недоліки. Вони розрізняються по конструкції, реалізованим функціям, ціною.

Штатна навігаційна система встановлюється на заводі-виробнику автомобіля і, як правило, є частиною мультимедійної системи. У штатне місце можуть встановлюватися сумісні навігаційні системи інших виробників.

Мобільна навігаційна система являє собою портативне автономне навігаційний пристрій, який входить до комплекту та встановлюється на лобовому склі або приладової панелі.

Під терміном «автомобільний навігатор» зазвичай розуміється саме мобільна навігаційна система. В якості автомобільного навігатора можуть бути використані портативний комп'ютер, смартфон і навіть звичайні моделі мобільних телефонів, якщо в них встановлені відповідні навігаційні програми.



Рисунок 4.25 – Мобільна навігаційна система

Будова автомобільної навігаційної системи.

За своєю суттю автомобільна навігаційна система є персональним комп'ютером з усіма його атрибутами: материнською платою, центральним процесором, оперативною пам'яттю, постійною пам'яттю, жорстким диском, пристроями введення і виведення інформації, приводами для підключення зовнішніх джерел даних.

Особливістю пристрою автомобільного навігатора є наявність навігаційного процесора (чіпсета GPS-приймача). У ряді конструкцій навігаторів навігаційний процесор об'єднаний з центральним процесором. Крім перерахованих елементів до складу автомобільної навігаційної системи можуть бути включені модуль GPRS, Bluetooth, радіоприймач та ін. компоненти.

Прийом сигналів від навігаційних супутників забезпечує антена. В штатній навігаційній системі використовується зовнішня антена, яка встановлюється на даху автомобіля. Мобільний навігатор, як і смартфон, оснащений вбудованою антеною.

Для введення і виведення інформації застосовується сенсорний дисплей, який відрізняється швидкодією, багатofункціональністю і низьким енергоспоживанням. В штатній навігаційній системі для виведення інформації може використовуватися проекційний дисплей.

Живлення штатної навігаційної системи здійснюється від бортової мережі автомобіля. Мобільний навігатор живиться від власного акумулятора. Зарядка акумулятора проводиться також від бортової мережі.

Програмне забезпечення автомобільної навігаційної системи включає операційну систему, навігаційну програму, інші прикладні програми (офісні додатки, мультимедіа програвач, ігри, програми для читання електронних книг та ін.).

Операційна система з'єднує апаратну частину навігатора («залізо») з прикладною програмою. В якості операційної системи використовуються програми Windows CE, Windows Mobile, Android, iOS та ін.



Рисунок 4.26 – Навігаційна програма в смартфоні

Функціональну основу навігаційної системи становить навігаційна програма. В автомобільних навігаційних системах застосовується безліч навігаційних програм, що відрізняються один від одного інтерфейсом, функціональністю, ступенем швидкодії і уніфікації. У штатних навігаторах використовуються в основному власні розробки навігаційних програм.

Для мобільних навігаторів, КПК і смартфонів створені вітчизняні навігаційні програми, наприклад «Навітел»,

«Автоспутник», «CityGuide», «Прогород» та багато інших. Із зарубіжних програм необхідно відзначити популярну програму iGo. Програма iGo також використовується в штатних навігаційних системах корейських автомобілів Hyundai, Kia, SsangYong. У мобільних навігаторах, КПК, смартфонах може бути встановлено кілька навігаційних програм, що значно розширює можливості навігаційної системи.

Навігаційна програма побудована на електронній карті. В автомобільних навігаторах використовуються в основному векторні електронні карти, що підтримують маршрутизацію. Векторна карта включає безліч об'єктів з їх географічними координатами.

Якщо в планах переміщення на автомобілі по бездоріжжю, то вам необхідна навігаційна програма з растровою картою. На відміну від векторної растрова карта являє собою зображення місцевості (перенесена паперова карта або супутникова фотографія), прив'язана до географічних координат.

Провідними світовими розробниками електронних карт є компанії TeleAtlas і Navteq, але карти від цих виробників поки мають недостатнє покриття території СНД. З цієї причини багато російських розробників навігаційних програм (Навітел, Прогород, Сітігид) використовують власні електронні карти.

Функції автомобільної навігаційної системи.

У сучасному автомобільному навігаторі реалізовано безліч функцій, основними з яких є:

- визначення положення;
- введення пункту призначення;
- розрахунок маршруту;
- супровід по маршруту.

Визначення положення (позиціонування) автомобіля здійснюється за сигналами навігаційних супутників. Для того щоб визначити положення (широту і довготу) автомобіля на місцевості потрібно прийняти сигнали мінімум 3-х супутників. Сигнал від 4-го супутника дозволяє визначити ще й висоту над рівнем моря. При отриманні сигналів GPS-приймач обчислює відстань до кожного супутника, на підставі якого визначаються просторові координати автомобіля.

У світі функціонує дві супутникових навігаційних системи: американська Navstar GPS (глобальна система позиціонування) і російська ГЛОНАСС (глобальна навігаційна супутникова система). Система ГЛОНАСС трохи відстає від GPS за кількістю супутників і точності визначення положення.

В даний час точність позиціонування системи GPS становить 2-4 м, ГЛОНАСС – 3-6 м. Найбільшу точність (2-3 м) дає спільне використання GPS і ГЛОНАСС, яке реалізовано в ряді мобільних навігаторів.

При певних умовах (рух в місті, тунелі) отримання сигналів від супутників стає проблематичним. В штатній навігаційній системі для позиціонування в умовах поганого сигналу використовуються датчики кутової швидкості коліс системи ABS і датчики подовжнього і поперечного прискорення системи ESP. За допомогою датчиків оцінюється швидкість і напрямок руху.

У мобільних системах цю функцію виконує навігаційна програма. При втраті сигналу система вважає, що автомобіль рухається по заданому маршруту з постійною швидкістю.

Введення пункту призначення в навігаційній системі здійснюється декількома способами: за адресою, за назвою (точки інтересу, POI), за координатами і безпосередньо точкою на карті. У ряді штатних і мобільних навігаційних систем реалізоване голосове введення пункту призначення.

Після введення пункту призначення система проводить розрахунок маршруту з урахуванням безлічі факторів (вулиці з одностороннім рухом, мости, тупики та ін.). У ряді штатних навігаційних систем пропонується кілька варіантів маршруту, розрахованих за різними критеріями (відстань, час, гроші).

Наприклад, короткий маршрут буде складатися з можливо більш коротких ділянок і не враховувати обмеження швидкості. Швидкий маршрут будується з урахуванням класу дороги (магістраль, федеральна траса, міська вулиця) і обмежень швидкості на цих дорогах. Економічний маршрут враховує і відстань і час. Часу, при цьому, віддається перевага.

Але всі ці маршрути не враховують поточну ситуацію на дорозі (пробки, аварії, ремонт та ін.). Тому найбільшим попитом

у автомобілістів користуються навігаційні системи, що пропонують динамічний розрахунок маршруту з урахуванням дорожньої обстановки. Інформація про дорожню обстановку в режимі реального часу може передаватися двома способами: по радіозв'язку і через Інтернет.

На радіозв'язку побудований канал повідомлень про ситуацію на дорозі ТМС (Traffic Message Channel). Каналом ТМС інформація передається у вигляді закодованих

сигналів. У СНД канал повідомлень про ситуацію на дорогах розвинений недостатньо. ТМС використовується в штатних навігаційних системах автомобілів Volvo, Land Rover, Honda і мобільних навігаторах Alpine, Garmin.

Альтернативою каналу ТМС є передача інформації про дорожню ситуацію по інтернет-каналі. Дану технологію використовує більшість мобільних навігаторів, КПК і смартфонів. З мобільного навігатора вихід в Інтернет може бути організований двома способами: за допомогою GPRS-модуля і SIM-карти, через мобільний телефон через Bluetooth.

Інформація про дорожню ситуацію надходить з різних джерел мережі Інтернет. Програма Навітел має власний сервіс «Навітел. Пробки». Свою систему завантаженості доріг по смугах пропонує навігаційна програма Сітігід. В інших програмах використовується відомий сервіс «Яндекс.Пробки».

Необхідно відзначити, що штатні навігаційні системи, як правило, не мають зв'язку з мережею Інтернет, а якщо і мають, то цей канал не використовується для отримання інформації про дорожню ситуацію. Виняток становить новітня система RTTI (Real Time Traffic Information) від BMW, побудована на основі стільникового зв'язку і одержує інформацію в рамках системи TPEG (Transport Protocol Expert Group).

Супровід по маршруту реалізується за допомогою візуальних і голосових вказівок. Вказівки видаються послідовно від перехрестя до перехрестя. У різних навігаційних програмах функція супроводу по маршруту реалізована приблизно однаково, десь трохи краще, десь трохи гірше. Є і серйозні відмінності.

Наприклад, в навігаційній програмі «Прогород» працює сервіс Junction View, який при наближенні до перехрестя і складних розв'язок пропонує реалістичну картинку-підказку з вказівкою напрямку руху.

Запитання для самоперевірки

1. Які типи датчиків використовуються в системі інформування водія?
2. Для виміру яких параметрів використовуються прилади теплової дії?
3. Як влаштована цифрова приладова система?
4. Що таке Head-Up Display?
5. Коли були вперше використані проекційні дисплеї в серійних автомобілях?
6. Які складові компоненти проекційної системи та за яким принципом вона працює?
7. Яка інформація виводиться на екран проекційного дисплея?
8. Як працює мобільний проекційний дисплей?
9. Які складові компоненти системи виявлення пішоходів?
10. Назвіть виконавчі пристрої системи Bike Sense.
11. Які алгоритми закладені в роботу системи попередження про велосипедистів?
12. На якому принципі працює система електронного стоп-сигналу (Electronic Brake Light)?
13. Як працює система допомоги при парковці?
14. Для чого призначена система кругового огляду і як вона влаштована?
15. Як влаштована система допомоги при перестроюванні?
16. Для чого потрібна автомобільна система нічного бачення, як вона влаштована і працює?
17. Розкажіть алгоритм роботи системи розпізнавання дорожніх знаків.

ТЕМА 5. АВТОМОБІЛЬНІ ОХОРОННІ ТА ПРОТИУГОННІ СИСТЕМИ

Протиугінні системи призначені для зниження ймовірності та запобігання викраденню автомобіля, а також його пошуку в разі викрадення. Системи захисту від угону підрозділяються на механічні та електронні протиугінні системи.

Механічні протиугінні системи являють собою механічні замикаючі пристрої – блокіратори. Розрізняють такі засоби механічного захисту від угону: замок на коробку передач, замок капота, замок на рульовий вал, блокіратор коліс та інші. Різновидом механічних протиугінних систем є електромеханічні блокіратори.

Найпоширенішим типом протиугінних систем є електронні протиугінні системи. До електронних засобів захисту від угону відносяться автомобільна сигналізація, іммобілайзер, супутникові протиугінні системи.

Автосигналізація служить для оповіщення автовласника про спробу проникнути в автомобіль або заподіяння йому шкоди. Типова сигналізація захищає капот, багажник, салон автомобіля від проникнення, а також двигун від несанкціонованого запуску.

Основне призначення автомобільної сигналізації – оповістити власника і оточуючих про спробу викрадення за допомогою сирени і світлових сигналів. Пейджер сигналізації також подає звуковий сигнал тривоги. Сирена буває з живленням від бортової мережі автомобіля або з автономним живленням, з окремою батареєю, яка буде продовжувати працювати навіть якщо зняти клеми з штатного акумулятора.

Однак сирена і світлова сигналізація – це лише сигнал, і захисту від безпосереднього викрадення вона не забезпечує. Більш серйозна перешкода для викрадача – це іммобілайзер.

Іммобілайзер являє собою електронний пристрій, що блокує систему управління автомобілем. Як правило, він разом з сигналізацією складає єдиний протиугінний комплекс. Ще більш ефективно можна захистити автомобіль, якщо до цього комплексу додати механічний протиугінний пристрій.

Супутникові протиугінні системи призначені для стеження за автомобілем за допомогою супутників і його пошуку в разі викрадення. Дані системи засновані на роботі системи

глобального позиціонування (GPS).

Одним із дієвих способів запобігання викраденню є маркування деталей автомобіля шляхом нанесення спеціальних міток які складно видалити. Інформація на мітках дозволяє ідентифікувати автомобіль.

Для підвищення ефективності механічні та електронні протиугінні засоби використовуються сумісно, утворюючи т.зв. комплексні протиугінні системи (протиугінні комплекси).

5.1 Механічні протиугінні пристрої

Існує безліч електронних охоронних і протиугінних пристроїв, але застосування будь-якого з них не може повністю гарантувати збереження транспортного засобу. Їх завдання полягає в тому, щоб максимально ускладнити роботу викрадача і знизити ймовірність викрадення автомобіля.

Механічні протиугінні пристрої (блокіратори) – це пристосування, що перешкоджають несанкціонованому проникненню в автомобіль, а також його руху і управлінню шляхом блокування відповідних вузлів (дверей, капота, рульового механізму, коробки передач і т.д.). Блокіратори можуть бути або самостійними

механізмами, або частиною охоронних комплексів. Конструкція пристрою проти викрадення повинна виключати його мимовільне спрацьовування і створення аварійної ситуації.

Більшість механічних пристроїв включає в себе блокуючий (силовий) і замикаючий механізми. За технологією установки блокіратори діляться на стаціонарні і знімні. Протиугінна надійність знімних пристроїв дуже низька, тому ми їх не розглядаємо.

За конструкцією блокіратори діляться на:

- адаптовані – спроектовані з урахуванням особливостей вузлів певних моделей автомобілів;
- універсальні – призначені для різних марок і моделей автомобілів.

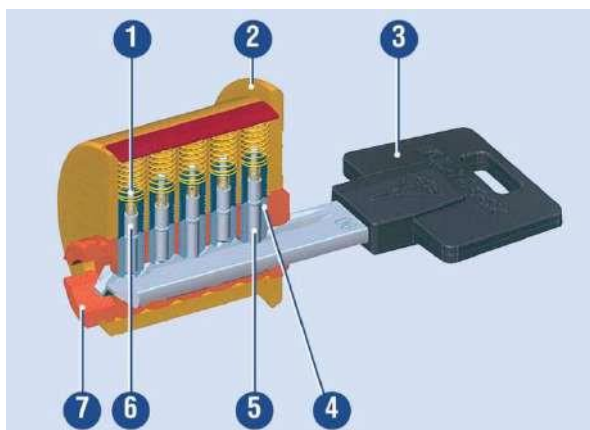
Захисні властивості універсальних блокіраторів не можна розглядати окремо від конкретної моделі автомобіля. Блокіратор, що забезпечує надійний захист одних моделей, для інших може виявитися практично марним через їхні конструктивні особливості.

Правильна установка і використання механічних блокіраторів дозволяють максимально реалізувати їхні споживчі якості. Процес установки, як правило, пов'язаний зі складними слюсарними і монтажними операціями. При цьому зазвичай застосовують спеціальне одноразове «зривне» кріплення, головка якого відламується після остаточної затяжки.

Властивості блокіраторів.

Основні властивості механічних пристроїв проти викрадення

– це протиугінна надійність, безпека і зручність користування (ергономіка). Протиугінна надійність блокіраторів визначається секретністю запірного механізму (крипостійкістю), механічною міцністю пристрою в цілому та іншими захисними властивостями конструкції.



1 – телескопічний внутрішній пін тіла циліндра; 2 – тіло циліндра; 3 – ключ; 4 – зовнішній телескопічний пін плаги; 5 – внутрішній телескопічний пін плаги; 6 – зовнішній телескопічний пін тіла циліндра; 7 – плаг

Рисунок 5.1 – Циліндровий замок з телескопічними пінами

Крипостійкість замикаючого механізму характеризує можливість відмикання пристрою проти викрадення шляхом підбору ключа, за допомогою різних відмичок або ударним способом з використанням ключа-болванки (бампінг-ключа).

Запирний механізм блокіраторів, як правило, виконується у вигляді звичайного циліндричного (англійського) замку. Ключ пилкоподібної форми вставляється у відповідний отвір личинки (плаги). Плаг виконаний у вигляді втулки, розташованої в отворі циліндра, і при її обертанні замок відмикається.

Для виключення такої можливості в циліндрі і плазі, виконані канали (шахти), в кожен з яких, вставлені по два пружних штифта (піна). Один з них є кодовим, інший блокуючим. Вони приймають положення, яке не перешкоджає відмиканню, тільки при застосуванні відповідного ключа. Неруйнуюче відкриття таких замків здійснюється шляхом примусової установки пінів в положення, яке не перешкоджає повороту плаги при відсутності «штатного» ключа.

Для підвищення криптостійкості в циліндрових замках блокіраторів стали широко використовувати телескопічні піни. Замість одинарних пінів в шахтах циліндра і плаги замку, застосували подвійні, так звані «пін в пін». Ця концептуальна розробка фірми Mul-T-Lock дозволила різко збільшити рівень захищеності замикаючих механізмів. Сучасні замки можуть мати до кількох мільйонів варіантів виконання ключа.

Механічна міцність блокіратора визначається стійкістю до руйнування при грубому фізичному впливі і залежить від властивостей застосовуваних в його конструкції матеріалів і масивності деталей.

Захисні властивості конструкції визначаються:

- наявністю елементів, що протистоять силовому провертанню або висвердлюванню механізму секрету, вибиванню стопора та іншим способам кримінального впливу;

- здатністю пристрою надійно блокувати вузол автомобіля, тобто виключити його введення в дію навіть нештатним способом (наприклад, від'єднанням або відпилюванням заблокованого важеля коробки швидкостей, що дозволяє включати передачі при впливі безпосередньо на тяги перемикачів);

- неможливістю демонтажу замкненого пристрою проти викрадення.

Основні види блокіраторів.

Механічні протиугінні пристрої можна розділити за функціональними ознаками на три категорії:

- ті що перешкоджають проникненню в автомобіль,
- ті що перешкоджають його пересуванню (в тому числі буксирування);
- ті що блокують механізми управління автомобілем. Пристрої, що перешкоджають проникненню в автомобіль, призначені не тільки для захисту салону автомобіля, але і для моторного відсіку. Викрадач прагне проникнути під капот, щоб знешкодити розташовану там сирену, а також відновити блокування двигуна. У більшості автомобілів під капотом знаходиться діагностичний роз'єм, підключившись до якого можна зняти з охорони штатну автосигналізацію.



Рисунок 5.2 – Блокіратори дверей автомобіля

Блокіратори дверей в основі конструкції мають штирі, що проходять через торець дверей і стійку кузова, наприклад, як у звичайних електромеханічних блокіраторів дверей. Є також пристрої, що блокують механізм штатного замка (останні частіше є

адаптованими до певних моделей автомобілів).

Блокіратори забезпечені електромагнітним приводом і можуть взаємодіяти з електронними охоронними пристроями. З міркувань безпеки (для безперешкодного виходу з автомобіля в разі ДТП) блокування дверей здійснюється тільки при

вимкненому запаленні. Блокіратори капота можуть бути виконані у вигляді як додаткового замка, так і блокуючого штатний. Зазвичай запірний механізм таких пристроїв приводиться в дію за допомогою жорсткого троса, що переміщається в міцній гнучкій оболонці. Для забезпечення нормальної роботи замку оболонка повинна встановлюватися з мінімальними перегинами.



Рисунок 5.3 – Блокіратори капота автомобіля

Існують блокіратори капота з електромеханічним управлінням. Перевага таких замків – їх скритність, так як в салон автомобіля не виводиться ніяких механічних частин замку, доступних для зламу, а виходять лише дроти управління (найчастіше управління електромеханічним замком капота походить від іммобілайзера за допомогою цифрових команд, що виключають їх підбір). Деякі конструкції такого типу мають вбудований електричний пристрій, розмикати при блокуванні капота одну з електроламок двигуна. Згідно з вимогами пожежної безпеки обов'язкове дублювання електроприводу потайним аварійним тросом.

Є також механізми, що встановлюються в розрив штатного приводу (троса) замку капота, що мають електромагнітне або механічне управління. У закритому стані такі конструкції імітують несправність замка або обрив приводу.

Пристрої, які заважають руху автомобіля, блокують трансмісію.



Рисунок 5.4 – Штир'ювий адаптований блокіратор коробки передач а – блокіратор для автомобіля Suzuki з механічною коробкою (замикає тягу вибору передачі); б – блокіратор для автомобіля Skoda Octavia з механічною коробкою (замикає важіль перемикання передач)



Рисунок 5.5 – Безштирьовий адаптований блокіратор коробки передач

Блокіратор карданного валу призначений для використання на задньо- і повноприводних автомобілях. Замикаючий механізм розташовується в салоні автомобіля, а силовий елемент – під днищем. Блокіратор в замкненому стані перешкоджає обертанню карданного валу.

Як правило, є адаптованим до певних моделей автомобілів. Пристрої, які заважають керувати автомобілем, блокують перемикання передач або обертання рульового колеса.

Блокіратори механізму перемикання передач блокують механізм управління коробкою передач:

- для механічних коробок передач, включених в положення заднього ходу;
- для автоматичних коробок передач, включених в положення «parking».

Такі пристрої по конструкції можуть бути штирьовими або безштирьовими, а за призначенням – як універсальними, так і адаптованими для конкретних моделей автомобілів.

Вони встановлюються всередині салону або під днищем автомобіля (в останньому випадку максимально ускладнюється перемикання передач позаштатними способами, тобто без допомоги важеля перемикання передач). У загальному випадку блокіратори коробок передач не виключають можливості буксирування автомобіля з вимкненим зчепленням (за винятком автомобілів з автоматичними коробками, де в положенні «parking» трансмісія виявляється заблокованою).



Рисунок 5.6 – Автоматичні блокіратори рульового вала

Автоматичні блокіратори рульового вала штатно встановлюються на більшість сучасних автомобілів. Такі механізми поєднуються з замком запалювання і блокують рульовий вал при вийманні ключа із замка. На деяких автомобілях силові елементи (ригелі), що входять в проріз рульового вала і блокують його, а також корпусу замків, мають невисоку міцність і в замкнутому положенні можуть зруйнуватися при різкому повороті керма.



а – безштирьовий адаптований; б – штирьовий (від різних виробників)
Рисунок 5.7 – Неавтоматичні блокіратори рульового вала



Рисунок 5.8 – Муфта механічного блокіратора рульового вала

Вдосконалені варіанти замків з посиленням ригелем, корпусом і запірним механізмом адаптуються до конструктивних особливостей автомобілів. Механічні блокіратори рульового вала бувають штирьовими або безштирьовими, універсальними або адаптованими. Однак будь-які конструкції мають муфту, що складається з двох частин і скріплюється на рульовому валу гвинтами.

Вал, як правило, має круглий перетин, тому муфта тримається тільки за рахунок сили тертя. Це викликає необхідність дотримуватися необхідного моменту затягування кріпильних гвинтів. Є конструкції, в яких додаткові пристрої створюють умови оптимального блокування і кріпляться зривним кріпленням.

При виборі механічного пристрою проти викрадення насамперед слід враховувати конструктивні особливості автомобіля, протиугінну надійність і зручність використання блокіратора.

Конструкція моделі блокіратора коробки передач багато в чому залежить від конструкції автомобіля. Якщо важіль перемикачів передач розташований безпосередньо на коробці передач, то найбільш надійним способом захисту буде установка блокіратора

на капот або рульовий вал, а не на саму коробку. На позашляховиках для виключення буксирування доцільно блокувати також роздавальну коробку (блокування здійснюється замками, аналогічними замкам коробки передач).

Вибір типу блокіратора капота залежить від розташування штатного замка: іноді до нього можна дістатися, демонтувавши або пошкодивши декоративне облицювання радіатора. В цьому випадку краще встановити додатковий замок капота, а для штатного встановити захист, що виключає прямий доступ до нього.

Блокування штатного замка має сенс, якщо конструкція автомобіля виключає легкий доступ до нього. Маскування будь-якого пристрою проти викрадення не може однозначно вважатися його перевагою або недоліком. Прихованість блокіратора створює для викрадача додаткові труднощі, що може стати причиною його відмови від спроби викрадення. Доступне огляду розташування блокіратора дозволяє викрадачеві заздалегідь

підготуватися до злому, проте може переключити його увагу на менш захищений автомобіль.

Як показує практика, економічно виправданою є установка протиугінного комплексу, вартість якого становить 5-10 % від вартості автомобіля. Зазвичай механічні протиугінні пристрої не потребують будь-якого особливого обслуговування. Виняток становлять додаткові замки капота і дверей ряду виробників, що вимагають регулювання і змащення. Замикаючі механізми пристроїв проти викрадення повинні триматися в чистоті. Попадання бруду в серцевину замка може викликати її заклинювання і вихід блокіратора з ладу.

Багато невдалих спроб викрадення автомобілів закінчуються аварійним заклинюванням механізму проти викрадення. На цей випадок при встановленні блокіратора слід уточнити способи транспортування автомобіля до місця ремонту або демонтажу несправного пристрою. Тому слід віддавати перевагу тим маркам блокіраторів, які забезпечуються розвиненою мережею технічної підтримки, гарантійного та післягарантійного обслуговування.

5.2 Імобілайзер

Імобілайзер (повсякденна назва – іммо) – різновид протиугінної системи, що перешкоджає несанкціонованому запуску двигуна з використанням саморобного ключа або без ключа. Імобілайзери діляться на дві великі групи – штатні та додаткові.

Штатний імобілайзер встановлюється при виробництві автомобіля. За допомогою спеціального програмного забезпечення штатний імобілайзер обмежує доступ до блоку управління двигуном. У ряді країн Європи штатний імобілайзер є обов'язковим вже з 1998 року. На автомобіль може бути встановлений додатковий (нештатний) імобілайзер. Даний протиугінний пристрій забезпечує фізичне блокування важливих електричних ланцюгів двигуна (система запалювання, паливний насос, стартер) за допомогою реле.

Штатний імобілайзер.

В якості штатного імобілайзера найбільшого поширення набули бездротові (транспондерні) імобілайзери. Конструкція бездротового імобілайзера включає чіп-ключ запалювання, антену і блок управління. З усіх перерахованих елементів бездротовим є чіп-ключ запалювання, який представляє собою мітку радіочастотної ідентифікації RFID (Radio Frequency Identification). Мітка, як правило, встановлюється в голівці фізичного ключа запалювання.



Рисунок 5.9 – Чіп-ключ запалювання BMW

Конструктивно мітка являє собою мікросхему (чіп), що виконує роль електронного ключа. Інша назва мітки – транспондер (дослівно з англійської радіовідповідач). Термін «транспондер» відображає принцип роботи мітки – спрацьовування по радіосигналу і живлення енергією від цього сигналу.

Антену забезпечує радіообмін чіп-ключа і блоку управління іммобілайзера. У іммобілайзері використовується кілька видів антен. Найпоширеніша кільцева антена розташовується навколо замку запалювання. В сучасних іммобілайзерів дистанційної дії використовується кілька антен.

Електронний блок управління іммобілайзера генерує сигнали для транспондера, приймає сигнали від антени, перетворює сигнали в управлінський вплив на блок керування двигуном. Сучасні моделі іммобілайзерів зазвичай не мають окремого блоку управління, а його функції реалізовані в інших блоках управління, що значно підвищує захищеність системи. Зв'язок блоку іммобілайзера з блоком управління двигуном здійснюється через інтерфейс (шину).

Алгоритм управління іммобілайзером здійснюється за допомогою паролів. Розрізняють декілька типів паролів: ідентифікаційний пароль (ID code), змінний пароль (rolling code), зашифрований пароль (crypto code).

У найпростіших моделях штатних іммобілайзерів мітка є носієм індивідуального числа – ідентифікаційного пароля. При включенні запалювання блок управління іммобілайзера активізує (живить) транспондер, який в свою чергу генерує сигнал у вигляді ідентифікаційного коду.

Пароль вловлюється антеною в замку запалювання і передається в блок керування іммобілайзером. Процесор блоку управління порівнює пароль що прийшов, з раніше зареєстрованим паролем. Якщо коди ідентичні, відбувається запуск двигуна. Якщо коди не співпали, блок управління іммобілайзера забороняє старт двигуна.

Наступним поколінням штатних іммобілайзерів є системи з змінним паролем. При включенні запалювання блок управління активізує транспондер, який відправляє наявний в пам'яті пароль. До паролю додається ідентифікаційний код мітки. Пароль вловлюється антеною і передається в блок керування іммобілайзера. У блоці пароль порівнюється з оригінальним паролем і в разі їх збігу робиться запуск двигуна.

Як тільки передача пароля транспондером відбулася, блок управління іммобілайзером генерує новий пароль, який передається в транспондер. Пам'ять транспондера зі старим паролем замінюється новим паролем. Таким чином, транспондер готовий до наступного запуску двигуна. Перебір паролів здійснюється довільним чином з набору можливих, реалізується т.зв. псевдовипадкова послідовність.

Більш досконалою (захищеною) є система управління іммобілайзером, що використовує шифрування паролів. Транспондер тут має вбудовану функцію

шифрування і називається крипто-транспондер.

При включенні запалювання блок управління іммобілайзера генерує для транспондера повідомлення, що представляє собою псевдовипадкове слово. Це слово обробляється за допомогою ключа шифрування, наявного в пам'яті транспондера. Після перетворення виходить т.зв. цифровий підпис, який і відправляється транспондером. Відповідно до закладеного алгоритму вихідне повідомлення транспондера кожен раз виглядає по новому – «плаває». Тому система отримала назву іммобілайзер з плаваючим кодом.

Паралельно транспондеру блок управління іммобілайзера проводить аналогічні перетворення і отримує зразковий цифровий підпис. Після цього відбувається порівнювання зразкового цифрового підпису з отриманим від транспондера повідомленням. По суті, відбувається порівняння ключів шифрування транспондера і блоку управління без їх фактичного пред'явлення (появи в радіоефірі). Безпека системи при цьому значно зростає.

Шифрування паролів дозволило використовувати транспондер дистанційно, наприклад, при відкритті дверей автомобіля. Для забезпечення працездатності такий транспондер має власне джерело живлення, що дозволяє використовувати ключ в радіусі декількох десятків метрів.

Подальшим розвитком дистанційного керування іммобілайзером, з'явилася система інтелектуального доступу і запуску без ключа. У такій системі автомобіль відкривається при наближенні власника, а запускається простим натисканням кнопки на панелі приладів. В даний час системою Keyless опціонально обладнуються навіть бюджетні автомобілі.

Додатковий іммобілайзер.

Виробники електронних компонентів пропонують до установки безліч моделей додаткових іммобілайзерів. Додатковий іммобілайзер застосовується при відсутності на автомобілі штатного іммобілайзера, а також (добровільно або на вимогу страхової компанії) для додаткового захисту транспортного засобу.

Незважаючи на загальну назву, принцип роботи додаткового іммобілайзера відрізняється від штатного іммобілайзера. Додатковий іммобілайзер не втручається в систему управління двигуном, а перериває кілька електричних ланцюгів електроустаткування автомобіля. Обов'язково блокується низьковольтний ланцюг системи запалювання і ланцюг живлення паливного насоса. Інші блокування використовуються в залежності від моделі іммобілайзера.

Безпосереднє блокування електричних ланцюгів здійснює аналогове або цифрове реле. Цифрове реле є кращим, тому що забезпечує кращий захист від злому (за рахунок динамічного сигналу). Інші елементи (блок управління, транспондер), а також алгоритми управління аналогічні штатному іммобілайзеру. Транспондер (мітка) додаткового іммобілайзера виконується, як правило, окремо від фізичного ключа запалювання.

Різновидом додаткового іммобілайзера є система Алколок (Alcolock), яка блокує запуск двигуна при алкогольному сп'янінні водія.

5.3 Автомобільна сигналізація

Автомобільна сигналізація є електронною протиугінною системою, в якій реалізовано, як правило, кілька функцій, пов'язаних з охороною, захистом і сервісом транспортного засобу. Багатофункціональні сигналізації називаються охоронним комплексом.

Охоронні функції сигналізації служать для попередження крадіжки автомобіля і

майна в ньому. Залежно від комплектації сигналізації охоронні функції включають:

- попередження проникнення в салон (підкапотний простір, багажник) автомобіля;
- перешкоджання евакуації автомобіля, зняття з нього коліс;
- повідомлення про фізичний вплив на кузов (скла, колеса) автомобіля.

Охорона автомобіля забезпечується включенням звукових (сирена) і світлових (зовнішнє освітлення) сигналів, що має в основному психологічний вплив – покликати зловмисників і привернути увагу оточуючих.

Захист автомобіля передбачає блокування двигуна в певних умовах (використання «нерідного» ключа запалювання при запуску, розбійне захоплення транспортного засобу).

Пристрій, який реалізує цю функцію, називається іммобілайзер. На автомобілях іммобілайзер може використовуватися як самостійно, так і в складі автомобільної сигналізації.



Рисунок 5.10 – Набір для встановлення сучасної автомобільної сигналізації

У конструкції автосигналізації реалізується безліч **сервісних функцій**, серед яких:

- дистанційний (автоматичний) запуск двигуна;
- охорона автомобіля з працюючим двигуном;
- автоматичне закриття вікон;
- дистанційне керування електрообладнанням;
- автоматична постановка на охорону;
- управління сигналізацією по мобільному телефону;
- оповіщення про стан автомобіля по мобільному телефону.

Всі автомобільні сигналізації можна розділити на дві великі групи – штатні (встановлюються заводом-виробником автомобіля) і позаштатні (встановлюються додатково після покупки автомобіля). В штатній сигналізації реалізовані, як правило, тільки охоронні функції. Сигналізації, встановлювані додатково, відрізняються великою різноманітністю конструкцій і функцій, що реалізуються.

Будова автосигналізації.

Як будь-яка електронна система, автомобільна сигналізація складається з трьох конструктивних блоків: блоку управління, вхідних і виконавчих пристроїв.

До вхідних пристроїв відносяться пульт дистанційного керування і вхідні датчики. Пульт дистанційного керування виконаний у вигляді брелока. В штатній сигналізації він поєднаний з фізичним ключем запалювання. Брелоків, як правило, два – основний і резервний. За допомогою брелока здійснюється постановка і зняття сигналізації з

охорони, а також контроль стану автомобіля. У ряді конструкцій сигналізації за допомогою брелока здійснюється дистанційний запуск двигуна, управління електрообладнанням, пошук автомобіля на стоянці. Зв'язок між сигналізацією і брелоком здійснюється по радіоканалу. Для захисту інформації від перехоплення робиться її кодування.

Розрізняють статичне і динамічне кодування. Статичне кодування в даний час не використовується. Динамічне кодування має високий ступінь захисту від перехоплення, тому що передані пакети інформації ніколи не повторюються (алгоритм кодування побудований на генераторі випадкових чисел).

Різновидом динамічного кодування є діалогове кодування, яке реалізується з двостороннім каналом зв'язку (приймач- передавач в брелоку і модулі). Сигналізація, що реалізує діалогове кодування, називається сигналізацією з двостороннім зв'язком.

Вхідні датчики забезпечують виконання охоронних функцій сигналізації. Вони фіксують зміну різних фізичних параметрів і перетворюють їх в електричні сигнали.

У конструкції автомобільної сигналізації використовуються такі основні датчики: датчик удару, контактний датчик, датчик нахилу, датчик об'єму. У ряді конструкцій можна зустріти і інші датчики – датчик руху, датчик розбитого скла, датчик обриву електроживлення, датчик падіння напруги та ін.

Датчик удару (shock sensor) перетворює механічні коливання кузова автомобіля в електричний сигнал. Являє собою п'єзопластину, що починають коливатися при ударі. Якщо величина коливань перевищить певний рівень, спрацьовує звуковий і світловий сигнали.

Основною проблемою датчика удару є високий рівень помилкових спрацьовувань, які відбуваються через зовнішні впливи (вітер, гроза, транспорт який проїжджав, тощо). З огляду на зазначеної проблеми штатні сигналізації не мають датчика удару. Для вирішення проблеми передбачено регулювання чутливості датчика, ряд конструкцій датчиків мають дворівневий поріг спрацьовування.

Для охорони дверей, кришки капота, багажника від несанкціонованого відкриття (т.зв. охорона периметра) використовуються різні **контактні датчики**: кнопкові вимикачі, кінцеві вимикачі, мікроперемикачі та ін.

Датчик нахилу, як випливає з назви, визначає нахил автомобіля, викликаний його буксируванням або піддомкращуванням. Як датчик нахилу використовується датчик прискорення (акселерометр). Налаштування датчика дозволяє пристрою не реагувати на природну зміну положення кузова (зниження тиску в шинах, просадка ґрунту, розгойдування від вітру).

Датчик об'єму фіксує будь-яке переміщення в салоні автомобіля. У ролі датчика об'єму використовуються різні сенсорні пристрої, серед яких найбільш затребувані ультразвукові та мікрохвильові датчики.

Ультразвуковий датчик має ультразвуковий випромінювач і приймач. При закритих дверях і вікнах ультразвукові хвилі, відбиваючись від поверхонь салону, створюють постійну хвильову картину, яка аналізується приймачем. При проникненні об'єкта в салон характер відображених хвиль змінюється, що призводить до спрацьовування сигналізації.

В роботі **мікрохвильового датчика** використовуються радіохвилі сантиметрового діапазону. На відміну від ультразвукового датчика мікрохвильовий датчик є двозонним пристроєм. Крім виявлення руху всередині салону автомобіля він фіксує і переміщення поблизу нього.

Електронний блок управління обробляє вхідні сигнали датчиків, брелока і

відповідно до закладеного алгоритму роботи формує керуючі впливи на виконавчі пристрої. Штатна

сигналізація зазвичай не має власного блоку управління, а використовує потужності блоків інших систем, наприклад, центрального замка.

Власних виконавчих пристроїв автомобільна сигналізація має всього два – сирену і світлодіодний індикатор роботи. Якщо до складу сигналізації входить іммобілайзер, то до виконавчих пристроїв додається реле блокування. З іншими виконавчими пристроями автосигналізація взаємодіє через відповідні системи: система освітлення, система запуску, центральний замок, електросклопідійомники.

Сирена, яка використовується в автосигналізації, буває активна (автономна) і пасивна. Автономна сирена має вбудований акумулятор, що при знеструмленні автомобіля дозволяє зберегти працездатність системи.

Найбільш «просунуті» автосигналізації обладнуються охоронно-пошуковим модулем, що забезпечує управління сигналізацією і контроль стану автомобіля по стільниковому (GSM) каналу зв'язку.

У модуль може входити ще й GPS-приймач, який дозволяє обчислювати місцеположення автомобіля і передавати дані про нього на мобільний телефон власника. Такі системи мають власну назву – *супутникові протиугінні системи*.

5.4 Центральний замок

Система центрального блокування замків автомобіля має усталену назву – *центральний замок*. Центральний замок призначений для одночасного замикання або відмикання всіх дверей автомобіля, а також кришки люка паливного бака. Дана система відноситься до допоміжних систем автомобіля, т.зв. системам комфорту.

Реалізація функції блокування дверей може здійснюватися шляхом централізованого та децентралізованого управління. Централізоване управління передбачає наявність єдиного електронного блоку управління на всі двері.

Зростання числа функцій, підконтрольних систем комфорту, зажадало децентралізації управління. При децентралізованому управлінні, крім центрального блоку управління, в кожних дверях встановлюється свій електронний блок управління.



Рисунок 5.11 – Центральний замок

Найбільшого поширення на сучасних автомобілях отримала децентралізована система управління функціями комфорту. У зв'язку з вищевикладеним, будова і принцип роботи центрального замка розглянуті в контексті систем комфорту.

Будова центрального замка.

Центральний замок об'єднує вхідні датчики, блок управління і виконавчі пристрої

– актюатори. В якості вхідних датчиків в системі використовуються кінцеві вимикачі дверей і мікроперемикачі в конструкції замку. Кінцевий вимикач фіксує поточний стан дверей автомобіля, відповідно до якого передає сигнал в блок управління. Мікроперемикачі фіксують поточний стан конструктивних елементів замку дверей.

Два мікроперемикача фіксують положення кулачка замку. Кулачковий механізм встановлюється тільки на передні двері. Поверхня кулачка має спеціальний профіль.

Один мікроперемикач при спрацьовуванні формує сигнал «Блокувати» (Lock), інший – «Розблокувати» (Unlock). Інші два мікроперемикача фіксують положення центрального запірною пристрою замку. При спрацьовуванні вони формують сигнали про поточний стан замку – «Заблоковано» (Locked) або «Розблоковано» (Unlocked).

Ще один мікроперемикач фіксує положення важеля механізму в приводі замка, за яким він визначає поточний стан дверей. При відкритті дверей контакти перемикача замикаються, а система центрального замка не може бути активована.

Сигнали від перемикачів приймає електронний блок управління і передає їх на центральний блок управління. Центральний блок направляє відповідні сигнали в блоки управління дверей і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої замків задніх дверей (кришки багажника) і замок кришки люка паливного бака.

Блоки управління дверей на підставі отриманих сигналів активують виконавчі пристрої замків дверей. Виконавчий пристрій замка дверей (інше найменування – актюатор) представляє собою електродвигун постійного струму, об'єднаний з найпростішим редуктором. За допомогою редуктора, обертання електродвигуна перетворюється в зворотно-поступальний рух циліндра замка.

Поряд з електричним приводом в конструкції виконавчих пристроїв може застосовуватися пневматичний привод. Такий вид приводу мали ряд моделей автомобілів Volkswagen і Mercedes. Пневматичний привод в даний час не використовується.

Більшість систем центрального замка мають дистанційне керування. Для цього в ручці ключа запалювання вбудований радіопередавач (пульта дистанційного керування). Приймальна антена знаходиться в центральному блоці управління. Дистанційне керування центральним замком здійснюється на відстані близько 10 м.

Принцип роботи центрального замка.

Робота системи центрального замка проводиться як при включеному, так і при вимкненому запаленні автомобіля. При замиканні вхідних дверей ключем, з поворотом ключа в замку спрацьовує мікроперемикач, який відповідає за блокування.

Сигнал від перемикача подається на блок управління дверей і далі на центральний блок управління. Центральний блок формує керуючі сигнали на всі блоки управління дверей та електродвигуни актюаторів задніх дверей і кришки паливного бака. Спрацьовування всіх виконавчих механізмів забезпечує блокування дверей автомобіля.

Сигнал від мікроперемикача в центральному запірному пристрої запобігає повторному спрацьовуванню електричного приводу. Зняття з блокування всіх дверей проводиться аналогічним чином.

Дистанційне блокування дверей здійснюється при натисканні відповідної кнопки на ключі запалювання. При цьому сигнал надходить на приймальну антену центрального блоку управління. Після його обробки, блок управління передає сигнали в блоки управління дверей та виконавчі механізми задніх дверей і кришки паливного бака.

Спрацьовування всіх виконавчих механізмів забезпечує блокування дверей автомобіля. При дистанційному блокуванні відбувається активація автомобільної сигналізації. Блокування дверей також може супроводжуватися автоматичним підйомом

стекол автомобіля.

При дорожньо-транспортній пригоді заблоковані двері автоматично відкриваються. Сигнал від блоку управління системою пасивної безпеки передається в центральний блок управління, який в свою чергу забезпечує спрацьовування виконавчих пристроїв і відкриття дверей.

5.5 Система інтелектуального доступу в автомобіль

Система інтелектуального доступу в автомобіль (інші назви – система доступу без ключа, розумний ключ, інтелектуальний ключ) – це сучасна електронна система комфорту, яка ідентифікує власника автомобіля за кодом відповіді ключа і забезпечує автоматичне розблокування дверей при торканні ручки і запуск двигуна при натисканні спеціальної кнопки. При цьому електронний ключ може залишатися в кишені.

Вперше система доступу без ключа була використана на автомобілях Mercedes-Benz в 1998 році. В даний час система інтелектуального доступу пропонується в стандартній комплектації або в якості опції на автомобілях різних класів.

У різних виробників система має свою унікальну назву, наприклад:

- Advanced Key від Audi;
- Comfort Access від BMW;
- Keyless Entry (KESSY) від Volkswagen, Volvo та ін.;
- Advanced Keyless & Start System від Mazda;
- Keyless Go від Mercedes-Benz;
- FastKey від Mitsubishi;
- Intelligent Key від Nissan;
- Hands Free KeyCard від Renault;
- Smart Key System від Toyota.

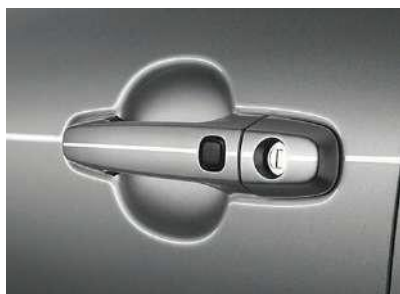


Рисунок 5.12 – Система інтелектуального доступу в автомобіль

Конструктивно система інтелектуального доступу включає транспондер, антени, датчики дотику, кнопку запуску двигуна і електронний блок керування.

Транспондер здійснює безпосередню ідентифікацію власника автомобіля. Він являє собою мікросхему з антеною, які можуть встановлюватися в корпусі фізичного ключа автомобіля (ключа з металевим лезом) або виконуватися у вигляді окремої пластикової карти. Кращим є об'єднання транспондера з фізичним ключем.

Антени забезпечують радіозв'язок автомобіля з електронним ключем. Для повного охоплення сигналу в радіусі до 1,5 м по периметру автомобіля в ручках дверей встановлюються 2-4 зовнішніх антени. Крім цього, встановлюються 1-2 внутрішніх антени.

Датчики торкання встановлюються в зовнішніх ручках дверей. Вони розпізнають доторк до ручки дверей за рахунок зміни ємності.

Кнопка запуску двигуна (кнопка «Start») встановлюється на

місце традиційного замка запалювання або інше місце на панелі приладів. У деяких системах замість кнопки використовується перемикач.

Електронний блок керування забезпечує реалізацію функцій інтелектуального доступу в автомобіль і запуску двигуна без ключа. У роботі блок взаємодіє з блоками керування центрального замка і системи керування двигуном.

Робота системи інтелектуального доступу має три етапи:

- відмикання автомобіля без ключа;
- санкціонований доступ і пуск двигуна без ключа;
- замикання автомобіля без ключа.

У деяких системах реалізований тільки санкціонований доступ і пуск двигуна без ключа (без відмикання і замикання).

При торканні водієм ручки дверей, індуктивний датчик спрацьовує і передає інформацію в блок керування. Блок в свою чергу через зовнішню антену на стороні датчика що спрацював, передає сигнал на електронний ключ (транспондер), який розпізнає своє становище щодо автомобіля.

В даному випадку ключ знаходиться поза автомобілем. На підставі даного рішення передається відповідний сигнал на антену центрального замка і системи запобігання викраденню. Сигналізація вимикається, а центральний замок розблокує потрібні двері. Водій відчиняє двері і розміщується в автомобілі.

Пуск двигуна здійснюється натисканням відповідної кнопки. Сигнал від кнопки надходить на блок керування системи і далі через внутрішні антени на електронний ключ.

Ключ розпізнає своє становище всередині автомобіля і передає сигнал на антену центрального замка і системи запобігання викраденню. При цьому відбувається відключення протиугінних блокувань, розблоковується рульова колонка.

Далі блок керування системи виробляє запит до блоку керування двигуном на предмет готовності до запуску. При позитивній відповіді здійснюється автоматичний пуск двигуна.

При покиданні автомобіля водієм блокування дверей і активізація системи запобігання викраденню може проводитися різними способами в залежності від виду системи: натисканням кнопки на дверній ручці, дотиком до дверної ручки або просто при виході з автомобіля.

У деяких «просунутих» системах за допомогою інтелектуального ключа виробляються різні настройки систем автомобіля. При відкритті автомобіля встановлюється задане положення водійського сидіння, рульового колеса, зовнішнього дзеркала заднього виду, температурний режим системи клімат-контролю, проводиться настройка каналів радіоприймача.

Далі за всіх в додаткових настройках за допомогою електронного ключа пішов Ford, який в системі MyKey реалізував контроль за швидкісним режимом і рівнем гучності радіоприймача, що дозволяє дистанційно контролювати поведінку дітей за кермом автомобіля.

На базі системи інтелектуального доступу в автомобіль побудована інша новомодна система автоматичного відкривання багажника.

5.6 Електросклопідйомники

Електричним склопідйомником (електросклопідйомники) називається пристрій для підйому бокового скла, обладнаний електричним приводом.



Рисунок 5.13 – Кнопки керування електросклопідйомниками автомобіля Toyota Highlander (2020)

Електросклопідйомники відносяться до систем комфорту, тому що забезпечують додаткові зручності водієві і пасажиром при підйомі (опусканні) стекол бічних дверей. В даний час електросклопідйомники майже повністю витіснили механічних побратимів, які використовують ручний привод. Електричний склопідйомник встановлюється всередині корпусу двері, безпосередньо на самому корпусі або на окремому підрамнику. Електросклопідйомник складається з приводного механізму, механізму підйому і системи керування.



Рисунок 5.14 – Тросовий склопідйомник

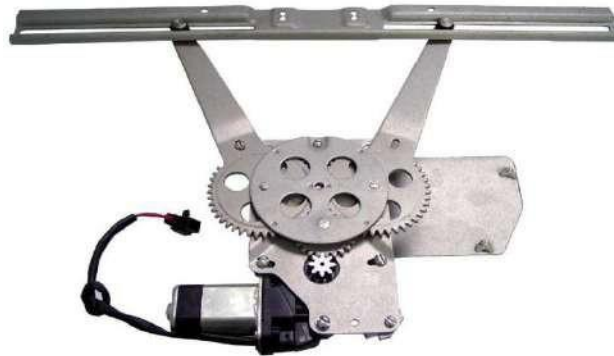


Рисунок 5.15 – Важільний склопідйомник

Приводний механізм (мотор-редуктор) об'єднує електричний двигун, черв'ячну передачу і зубчасту передачу, виконані у вигляді єдиного блоку. Він служить для створення зусилля, необхідного для переміщення скла. Застосування в механізмі черв'ячної передачі забезпечує захист від несанкціонованого відкриття вікна.

У черв'ячному редукторі передача обертання здійснюється тільки в одному напрямку – від черв'яка до колеса. При спробі обертання в протилежному напрямку відбувається блокування передачі.



Рисунок 5.16 – Рейковий склопідійомник

Механізм підйому виробляє безпосереднє переміщення скла. Залежно від конструкції механізмів підйому розрізняють наступні види склопідійомників: тросовий, важільний і рейковий. У конструкції сучасних автомобілів найбільш затребувані тросовий і важільний механізми підйому.

Тросовий склопідійомник являє собою гнучкий елемент (трос, зубчастий ремінь, ланцюг), натягнутий між декількома роликками всередині двері. Рух гнучкого елемента передається через приводний барабан. При обертанні барабана одна гілка гнучкого елемента намотується, інша змотується, а сам елемент отримує поступальний рух.

Гнучкий елемент з'єднується зі склом за допомогою пластини.

Важільний склопідійомник об'єднує важіль, повзун, встановлений на кінці важеля, і пластину кріплення скла. Механізм підйому може мати один або два важеля (для забезпечення рівномірності переміщення). Обертання від приводного механізму передається на колесо з сектором, що знаходиться в зачепленні з важелем і забезпечує його рух. Деякі двохважельні конструкції мають два колеса.

Рейковий механізм підйому складається з нерухомої зубчастої рейки і спрямовуючої пластини, з'єднаної зі склом. На пластині також розміщений приводний механізм, шестерня якого знаходиться в зачепленні з зубчастою рейкою і забезпечує переміщення скла.

Переміщення скла в заданому напрямку забезпечують напрямні: жолоби в рамках двері, спеціальні рейки в корпусі двері.

Електричні склопідійомники можуть мати безпосереднє або електронне керування.

Безпосереднє керування електросклопідійомниками здійснюється за допомогою трипозиційного перемикача, включеного в ланцюг живлення електродвигуна. При переміщенні перемикача в першу позицію двигун обертається в одну сторону, при переміщенні в другу позицію відбувається зміна полярності і відповідно зміна напрямку обертання двигуна. З огляду на травмонебезпечність даний вид склопідійомача має дуже обмежене застосування.

Електронне керування склопідійомниками має більш складну конструкцію, що включає вхідні пристрої, електронний блок керування і виконавчий пристрій.

До вхідних пристроїв відносяться перемикач режимів роботи, а також датчики положення скла. В електронній системі керування застосовуються також трипозиційні перемикачі. На водійських дверях (панелі керування, центральній консолі) встановлюється блок перемикачів, за допомогою якого можна управляти склопідйомниками всіх дверей. Там же може встановлюватися вимикач блокування склопідйомників дверей.

В якості датчиків положення скла можуть використовуватися датчики Холла. Датчики встановлюються на черв'ячному колесі. В результаті роботи датчиків зміна магнітного потоку, що виникає при обертанні черв'ячного колеса, перетворюється в імпульси напруги на виході датчика. Електронний блок керування враховує:

- кількість імпульсів при визначенні величини підйому (опускання) скла;
- тривалість імпульсів при включенні блокування руху скла;
- зсув імпульсів від двох датчиків при встановленні напрямку руху.

Кожен склопідйомник має, як правило, свій електронний блок керування. Блок керування перетворює сигнали вхідних

пристроїв в керуючий вплив на виконавчий пристрій – електродвигун постійного струму. Всі блоки пов'язані між собою через центральний блок керування системами комфорту.

Електронне керування забезпечує значне розширення функціональних можливостей електросклопідйомників. Крім традиційних функцій підйому-опускання стекол, в роботі склопідйомників можуть бути реалізовані наступні функції:

- автоматичне відкривання (закривання) вікна;
- блокування включення перемикачів;
- можливість роботи після зупинки двигуна;
- реверсування руху при зустрічі перешкоди при закриванні вікна;
- зовнішнє керування склопідйомниками;
- автоматичне опускання скла при відкриванні безрамної двері.

Функція автоматичного відкривання і закривання вікон заснована на тривалості натискання перемикача. Короткочасне натискання на перемикач ініціює підйом (опускання) скла, тривале натискання – автоматичне закривання (відкривання) вікна.

Для забезпечення безпеки під час перевезення дітей передбачено блокування електросклопідйомників задніх дверей з водійського місця.

У програмі електросклопідйомників закладена можливість роботи після зупинки двигуна і виключення запалення, що дозволяє закривати вікна, не запускаючи двигун повторно. Тривалість робочого стану склопідйомників після зупинки двигуна може коливатися в залежності від конструкції від декількох секунд до декількох хвилин.

Важливою функцією, з точки зору безпеки, є реверсування руху скла при зустрічі перешкоди на підйомі. Ця функція реалізується шляхом контролю швидкості обертання приводного механізму. Як тільки швидкість механізму зменшується (датчики Холла подають сигнали більшої тривалості), електронний блок керування змінює напрямок обертання електродвигуна на протилежне, а скло починає рухатися вниз.

Досить рідко застосовується функція зовнішнього керування склопідйомниками, яке проводиться поворотом ключа

запалювання, вставленого в замок двері. На деяких моделях автомобілів передбачена можливість закривання вікон за допомогою центрального замка з дистанційним керуванням.

Для автомобілів-купе, обладнаних безрамними вікнами, передбачена функція автоматичного опускання скла на кілька міліметрів, чим досягається безперешкодне

відкривання дверей.

5.7 Система стеження за автомобілем

Система стеження за автомобілем призначена для відстежування місцеположення транспортного засобу, збору даних і передачі їх зацікавленій особі. Сучасні системи стеження використовують GPS або ГЛОНАСС технології для визначення місцезнаходження транспортного засобу.

Розрізняють два типи пристроїв стеження – пасивні і активні.

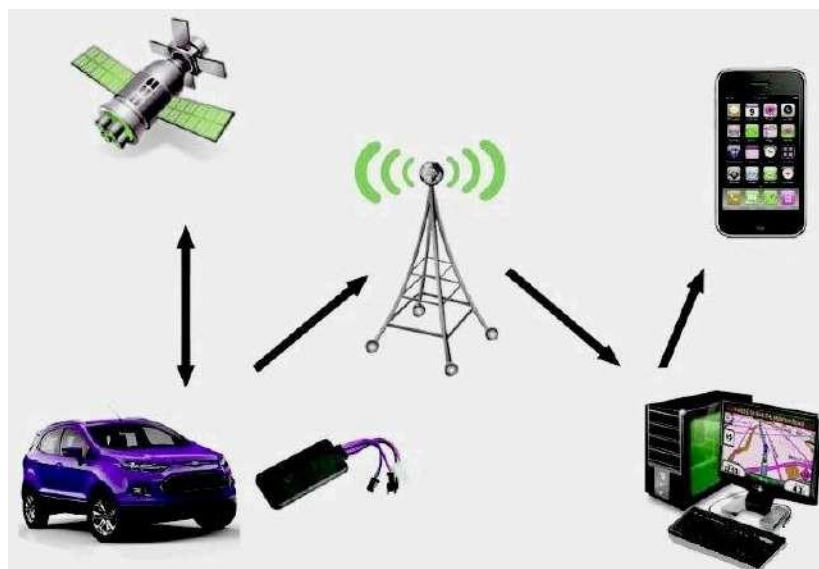


Рисунок 5.17 – Схема системи стеження за автомобілем

Пасивні системи стеження фіксують параметри автомобіля (місце розташування, швидкість, напрямок руху та ін.) І при поверненні машини зчитуються для оцінки. Активні пристрої збирають аналогічну інформацію і передають її для оцінки в режимі реального часу з допомогою стільникового або супутникового зв'язку.

Автомобільні системи стеження, як правило, об'єднують активні і пасивні пристрої, що дозволяє передавати дані коли зв'язок доступний, а також зберігати дані в пам'яті і передавати їх коли зв'язок знову стане доступним. Основними складовими системи стеження за автомобілем є навігаційний пристрій, реєстратор і призначений для користувача інтерфейс.

Навігаційний пристрій розміщується в автомобілі і фіксує місце розташування транспортного засобу. **Реєстратор** приймає дані від навігаційного пристрою, зберігає їх і передає інформацію на вимогу користувача. Реєстратор також приймає ряд інших даних, що характеризують роботу транспортного засобу: кількість палива в баку, витрата палива, обороти двигуна, положення дросельної заслінки, температура двигуна, тиск в шинах, відкриття (закриття) дверей, включення (виключення) запалювання, відкриття (закриття) бічних стекол включення фар, стан акумуляторної батареї, тощо. Для фіксування перерахованих даних використовуються як штатні пристрої систем автомобіля, так і додатково встановлюються датчики.

Інтерфейс користувача визначає порядок доступу до отриманої інформації.

Область застосування систем стеження за автомобілем достатньо широка і включає:

- керування парком транспортних засобів (стеження, маршрутизація, інформація про параметри роботи, безпека);
- контроль дотримання графіка руху міського пасажирського транспорту;

- контроль поведінки водія за кермом (здійснюється роботодавцем за працівником, батьком за підлітком);

- контроль за автомобілем з метою запобігання крадіжки, в т.ч. віддалене керування транспортним засобом (блокування дверей, зупинка двигуна при необхідності).

Однією з різновидів автомобільних систем стеження, досить широко поширеною в нашій країні, є система контролю за експлуатацією.

5.8 Система контролю витрат палива

Вона призначена для оперативного контролю основних параметрів роботи транспортних засобів: витрати палива, швидкості руху, пробігу, режиму роботи, місця розташування на місцевості. Система встановлюється на вантажні автомобілі, автобуси, таксі, будівельні машини, залізничні локомотиви, водні судна.

Застосування системи контролю витрат палива дозволяє виявляти факти нерационального використання машини (робота на підвищених навантаженнях, перевищення швидкості, відхилення від маршруту, простоювання, тощо), а також розкрадання палива.

Система контролю витрат палива включає бортове обладнання, канал зв'язку і програмне забезпечення.

Бортове обладнання встановлюється безпосередньо на транспортний засіб. Воно включає датчики і реєстратор. У роботі системи використовуються штатні датчики (датчик частоти обертання колінчастого вала, спідометр, тахометр), а також датчики, що встановлюються додатково: датчик рівня палива, датчик об'єму палива.

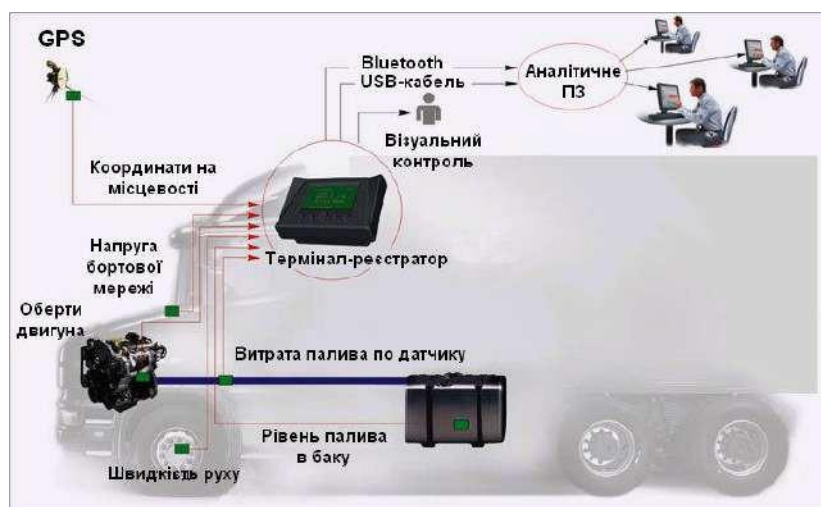


Рисунок 5.18 – Схема системи контролю витрат палива

Датчик рівня палива встановлюється за кількістю паливних баків. Для підвищення точності вимірювань в системі може використовуватися кілька датчиків на один бак. Спільну роботу датчиків рівня палива забезпечує **концентратор**. Датчик обсягу палива встановлюється в якості опції.

Реєстратор (інше найменування – термінал) служить для збору і зберігання даних про роботу машини. Він встановлюється безпосередньо в салоні транспортного засобу. Для визначення місця розташування транспортного засобу на місцевості в реєстраторі вбудовано навігаційний пристрій GPRS-ГЛОНАСС.

Канал зв'язку визначається способом передачі інформації про роботу машини. Залежно від способу передачі даних розрізняють два види систем контролю витрат палива:

- передають дані в режимі реального часу (on-line системи);
- передають дані по закінченні роботи (off-line системи).

Прикладом on-line системи є система контролю за експлуатацією *FAS* від компанії Omnicomm. Інша система контролю витрат палива – система *FMS* спочатку накопичує інформацію про роботу транспортного засобу, яка періодично зчитується з реєстратора.

Для роботи в on-line режимі використовується GSM-канал передачі даних. Безпосереднє зчитування інформації з реєстратора (off-line режим) може здійснюватися по бездротовому каналу Bluetooth або по провідному каналу – USB- кабелю.

Аналітична обробка даних про роботу машини здійснюється за допомогою програмного забезпечення. Функціонально воно відрізняється переліком формованих звітів. Відповідне програмне забезпечення встановлюється на персональний комп'ютер – автоматизоване робоче місце диспетчера.

Запитання для самоперевірки

1. Які є види систем захисту автомобіля від угону?
2. Для чого призначені блокіратори?
3. Назвіть основні типи електронних протиугінних систем.
4. Що таке іммобілайзер?
5. Які функції автосигналізації?
6. Як класифікують механічні протиугінні пристрої?
7. За рахунок чого забезпечується протиугінна надійність блокіраторів?
8. Як була підвищена криптостійкість в циліндрових замках блокіраторів?
9. Чим визначається механічна стійкість блокіратора до руйнування?
10. На які категорії можна розділити механічні протиугінні пристрої за функціональними ознаками?
11. Яке призначення мітки радіочастотної ідентифікації RFID?
12. Для чого застосовують додатковий іммобілайзер?
13. Які сервісні функції передбачені в автосигналізації?
14. Назвіть складові частини автосигналізації.
15. Який головний недолік датчика удару?
16. Для чого призначений датчик нахилу?
17. Як працює ультразвуковий датчик?
18. Для чого призначений центральний замок?
19. Розкажіть принцип роботи центрального замка.
20. Що являє собою система інтелектуального доступу в автомобіль?
21. Які є види склопідйомників?
22. Як влаштована система стеження за автомобілем?
23. Як працює система контролю витрат палива?

ТЕМА 6. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ДОСТУПУ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВОДІЯ

6.1 Класифікація способів доступу

Технології доступу до автомобілів (рисунок 6.1) можна, в загальному, поділити на традиційні та сучасні. Традиційні включають в себе використання механічних ключів, які вставляються в замок запалювання та використовуються для відкриття дверей. Сучасні включають в себе СБДА. Вони дозволяють водіям відкривати, запускати та закривати автомобіль без фізичного контакту. Ці системи використовують безпроводні технології

для комунікації між ключем і ТЗ. Можна виділити також додаткові технології доступу, що включають в себе системи розпізнавання по біометричних даних, такі як відбитки пальців або розпізнавання обличчя. Ці технології дозволяють автоматично розпізнавати власника ТЗ та надавати доступ без необхідності використання ключа.

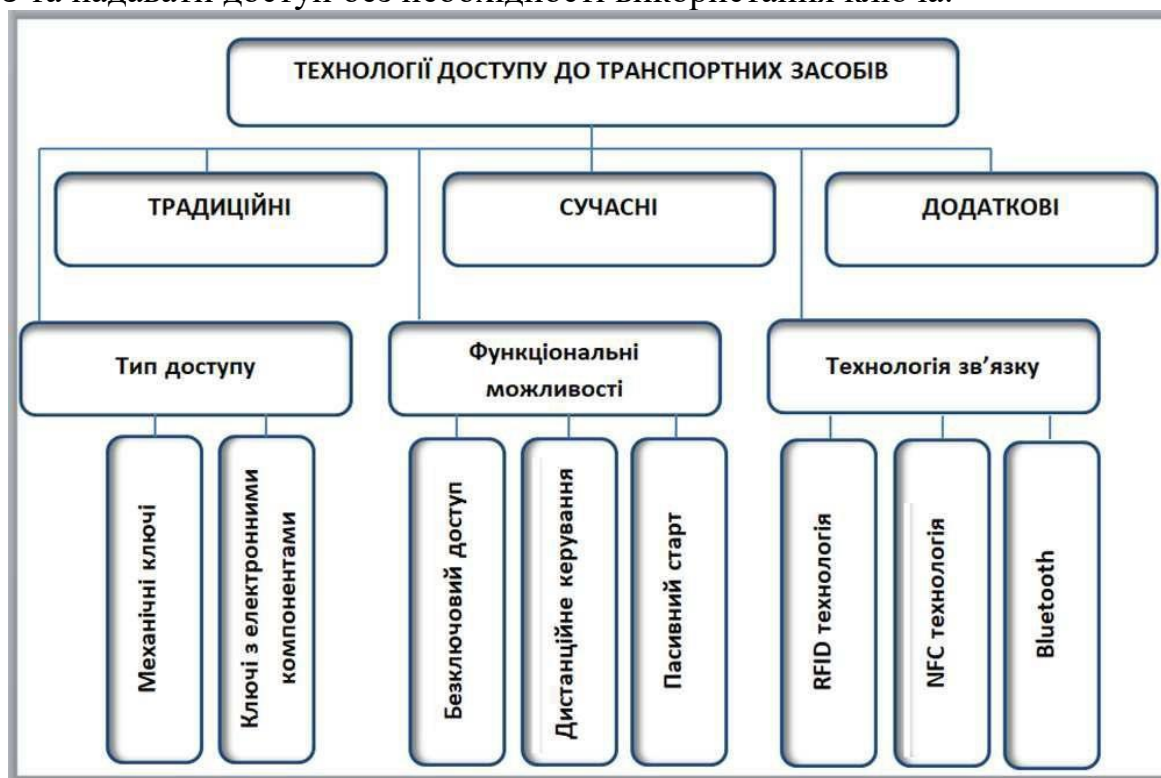


Рисунок 6.1 – Класифікація технологій доступу до ТЗ

Способи доступу до автомобілів можна класифікувати за різними критеріями, такими як тип доступу, функціональні можливості, спосіб комунікації між ключем та автомобілем, технологіями, які при цьому використовуються.

Зокрема за типом доступу можна виділити:

- традиційні ключі з фізичним замком, які потрібно вставляти в замок для розблокування дверей та пуску двигуна;
- ключі з електронними компонентами, які можуть мати безпроводний зв'язок з автомобілем.

За функціональними можливостями:

- безключовий доступ - дозволяє водієві відкривати та запускати автомобіль, не виймаючи ключ з кишені або сумки;
- дистанційне керування - забезпечує функцію старту двигуна або керування іншими функціями автомобіля;
- біометрична ідентифікація - використовує біометричні дані, такі як відбитки пальців або розпізнавання обличчя, для ідентифікації водія.

За використовуваною технологією зв'язку:

- ключі, що використовують RFID технологію (Radio-Frequency Identification) для безпроводного зв'язку з ТЗ;
- ключі які використовують для зв'язку із автомобілем NFC (Near Field Communication) технологію;
- Bluetooth ключі;
- Wi-Fi та ін.

Крім цього, технології доступу можна класифікувати за рівнем безпеки, за рівнем комфорту та зручності для користувача.

Використання ключі в автомобілях стає більше, ніж просто засобом блокування та розблокування дверей. Вони надають водіям більше функцій, роблячи керування автомобілем більш зручним та безпечним.

На сьогоднішній день одним із найпоширеніших видів доступу до автомобіля є безключовий доступ, який використовує безпроводний ключ або смартфон. Цей метод стає стандартом для багатьох виробників автомобілів у своїх нових моделях. Безключовий доступ забезпечує зручність для водіїв, оскільки дозволяє відкривати двері та запускати автомобіль, не виймаючи ключ з кишені або сумки.

Він також надає додатковий рівень безпеки, оскільки не потрібно вставляти ключ у замок, що ускладнює його підкрадання або перехоплення сигналу.

6.2 Традиційні засоби доступу та запуску автомобіля

Традиційно для забезпечення доступу до ТЗ використовуються фізичні ключі [15, 16]. Вони забезпечують безпеку та зручність власників ТЗ, а їх функціонал постійно розвивається відповідно до технологічних вимог [7]. З їх появою, яка відбулася разом з винайденням автомобілів, ключі використовувалися як механічні засоби закривання та відкривання дверей та пуску двигуна. Протягом багатьох років їх основна функція залишалася незмінною - контроль доступу та запуск автомобіля.

Фізичні ключі є класичним способом доступу, де власник автомобіля має ключ, який відповідає замкам в дверях та запуску автомобіля. Вони можуть бути механічними або електронними (з чіпом). «Першим автомобілям, що з'явилися наприкінці ХІХ століття, ключі були не потрібні зовсім, оскільки закриті кузови тоді ще не виготовлялися, автовикрадення ще не зародилося в принципі» [12]. Запуск двигунів автомобілів тоді здійснювався "кривим стартером". Він був вигнутою рукояткою, яка вставлялася в спеціальний паз і безпосередньо приводила в рух колінвал. Таку систему запуску можна вважати першим ключем запалювання. На ряді моделей ТЗ він застосовувався, як резервний пусковий пристрій, до 1990-х років.

Фізичні ключі, які використовуються для доступу до автомобілів, почали використовуватися вже з самого початку масового виробництва автомобілів в середині 20-го століття. «Перші автомобілі, такі як модель Ford Model T, яка була вироблена у 1908 році, вже мали замки для дверей і старту мотора, які вимагали використання фізичного ключа» [20]. Такі ключі були зазвичай простими механічними пристроями, що вставлялися в замок дверей або запуску двигуна, і без них неможливо було відкрити двері або запустити автомобіль. З розвитком технологій автомобільний ключ став більш складним та електронним, проте основна концепція залишалася тією ж самою.

«У 1910 році в конструкцію автомобіля включався електричний стартер. Це зумовило появу автомобільних ключів традиційного вигляду. З їх допомогою блокувався електричний ланцюг запалювання, що реалізувалося у вигляді тумблера (рисунок 6.2)». Ключ виконував лише функції захисту від викрадення.



Рисунок 6.2 - Тумблер запалювання

«У 1920-тих роках почали використовуватися два різні ключі» [12]. Першим замикався салон автомобіля, а другий запускав стартер, який заводив двигун. При цьому при вилученні ключа із замка запалювання блокувалася рульова колонка. Тобто з'явився класичний ключ запалювання (рисунок 6.3). Така комбінація ключів, від дверей і від замка запалювання, проіснувала майже до кінця ХХ століття.



Рисунок 6.3 – Механічний ключ запалювання

Механічний ключ складається з ручки, яку тримає людина. Вона може бути виготовлена з металу, пластику або інших матеріалів. Лезо ключа є тонкою металевою частиною ключа, яка вставляється в замок автомобіля. Лезо містить фрезеровані жолобки і виступи, які відповідають формі і конфігурації замка. Ці виступи дозволяють ключу входити в замок лише в певному положенні.

Правильне положення зубців дозволяє замку обертатися, відкриваючи або запускаючи двигун ТЗ.

Звичайний механічний ключ для автомобіля використовувався для відкривання дверей та запуску мотора, і не мав ніяких інших функцій. Його недоліком був ризик зношення або втрати жки. При втраті єдиного ключа потрібна заміна всіх замків. Також їх можна було легко скопіювати або вкрати.

Перевагами фізичних ключів є простота використання, оскільки немає потреби в особливих навичках або технологічних знаннях. Механічні ключі мають низьку ймовірність відмови в порівнянні з електронними пристроями.

6.3 Сучасні технології доступу до автомобіля

Електронні ключі

«У 1980-х роках почав розроблятися і впровадити в конструкцію автомобілів центральний замок на дистанційному управлінні, який відкривався і закривався при натисканні кнопки на ключі або брелку» [12]. Ключі запалювання ускладнилися, крім зміни конфігурації леза, вбудовувався спеціальний чіп (рисунок 1.4). Щоб

запустити двигун, бортова електроніка повинна прийняти від нього кодовий сигнал. Це дозволяло підвищити захист машин від викрадення.



Рисунок 6.4 – Ключ з чіпом

Верхня частина - головка ключа містить вбудовані електронні компоненти, такі як чіп, транспондер чи імобілізаційний пристрій, які взаємодіють із системою безпеки автомобіля. Вони містять унікальний код, який ідентифікує ключ як авторизований. Система перевіряє код на відповідність збереженому у пам'яті бортової системи автомобіля. Якщо вони співпадають, замок відкривається або двигун запускається. Такий вид ключа комбінує механічну частину (лезо ключа та замок) з електронною ідентифікацією, щоб забезпечити безпеку і контроль доступу до автомобіля.

Деякі ключі можуть мати функцію дистанційного керування, наприклад дозволяти водіям запускати двигун, кондиціонер, щоб попередньо підігріти або проохолодити салон автомобіля. Прикладом є система Remote Engine Start в Honda [21] або Remote Start System в Ford [22].

Серед електронних ключів можна виділити наступні типи:

- основний для повсякденного використання;
- сервісний - підходить лише до дверей та замка запалювання;
- ключ з ідентифікаційним кодом для реєстрації в електронному блоці управління (ЕБУ).

«Технологія ключів з чіпами, відома як RFID, почала з'являтися на автомобільному ринку в середині 1990-х років» [23]. Першим автовиробником, який впровадив цю технологію, вважається General Motors. У 1995 році була представлена СБДА під назвою пасивний запуск і вхід (Pass-Key), яка використовувала RFID-чіпи для ідентифікації автовласника та дозволу на запуск двигуна. Ця технологія стала популярною серед інших автовиробників з подальшим розвитком та удосконаленням. Системи ключів з чіпами стала стандартом у багатьох автомобільних марках через свою високу ефективність та безпеку.

Перевагами ключів з чіпами є те, що їх зазвичай важко скопіювати або зламати та зручність використання за рахунок швидкого розблокування дверцят і пуску мотора автомобіля. Недоліки полягають у тому, що при їх пошкодженні або втраті, може бути потрібна дорога заміна. Також є вразливість до злому електронної системи.

Імобілізаційні пристрої

Імобілізаційні пристрої (ІММО) (рисунок 6.5) є електронними пристроями, які блокують роботу двигуна, якщо не використовується правильний ключ або токен.

Вони забезпечують високу безпеку, проте можуть вимагати вставлення ключа або картки в спеціальний роз'єм.



Рисунок 6.5 – Імобілайзер

Зараз система імобілайзера широко використовується, і кожен автомобіль повинен її мати. ІММО - це електронний захисний пристрій, призначений для захисту від викрадення та підвищення безпеки водія або власника під час використання автомобіля.

Система ІММО (рисунок 6.6) використовує RFID технологію для радіочастотної (РЧ) ідентифікації і зв'язку між ТЗ і ключем. ЕБУ є центральною частиною керування всіма системами двигуна. Транспондер або ключ містить мікročіп RFID, який може працювати без батареї.

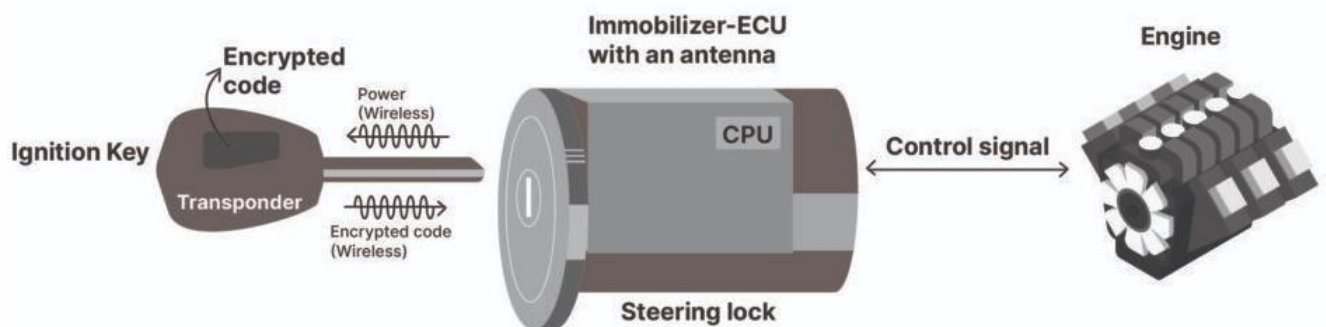


Рисунок 6.6 – Принцип роботи ІММО

Системи імобілайзера відрізняються для кожного типу та марки автомобіля. Зазвичай система ІММО спрацьовує коли водій вставляє ключ в замок запалювання для запуску. ЕБУ в автомобілі надсилає радіосигнал на ключ,

а потім ключ використовує цю радіоенергію для перетворення. Після цього ключ надішле сигнал назад до ЕБУ для ідентифікації. Двигун запуститься тільки у випадку, якщо код в мікročіпі всередині ключа збігається з кодом в ЕБУ автомобіля.

Безключова технологія доступу

В результаті цих кроків еволюції виникли сучасні СБДА, які поєднують в собі комфорт, безпеку і зручність у керуванні автомобілем. СБДА - це можливість авторизації власника автомобіля за допомогою електронного смарт-ключа або додаткового маркера імобілайзера системи безпеки. Доступ здійснюється безконтактно, тобто власнику ТЗ достатньо лише підійти до нього. Двері миттєво розблокуються, і він може сісти за кермо, натиснувши кнопку "Start/stop" для запуску двигуна.

СБДА стали поширеним елементом у сучасних автомобілях з кінця 1990-х років. Її розвитку передували різні інтеграції систем безпеки та комфорту для автомобілів. У 1980-х і 1990-х роках дистанційне керування замками автомобіля стало стандартною функцією у багатьох автомобілях. Це дозволяло водіям відкривати та закривати двері з

допомогою кнопки на брелку. Імобілайзери, що були розроблені у 1990-х, встановлювались для перешкоджання крадіжкам за рахунок блокування роботи двигуна без правильного ключа. Ключі з інтегрованими чіпами, що використовувалися для імобілайзерів, також були кроком вперед у розвитку безпеки автомобілів. Перші системи безключового запуску, такі як система Keyless Go, яка з'явилася в Mercedes-Benz у 1998 році, дозволяли водіям запускати двигун без використання ключа .

СБДА використовують спеціальні пристрої - електронні безпроводні ключі (Free On Board ((FOB)), на яких програмується код доступу до ТЗ. FOB - це спеціальний пристрій, що містить РЧ передавач, який відправляє сигнали до ЕБУ для відкриття дверей, запуску двигуна та інших функцій. Він може мати вбудовану батарею для живлення передавача та може розміщуватися на різних носіях (рисунок 6.7):

- фізичний ключ;
- брелок;
- пластикова картка;
- смартфон.

Прикладом таких систем є система Smart Key в Toyota [26] або Keyless Go в Mercedes-Benz.

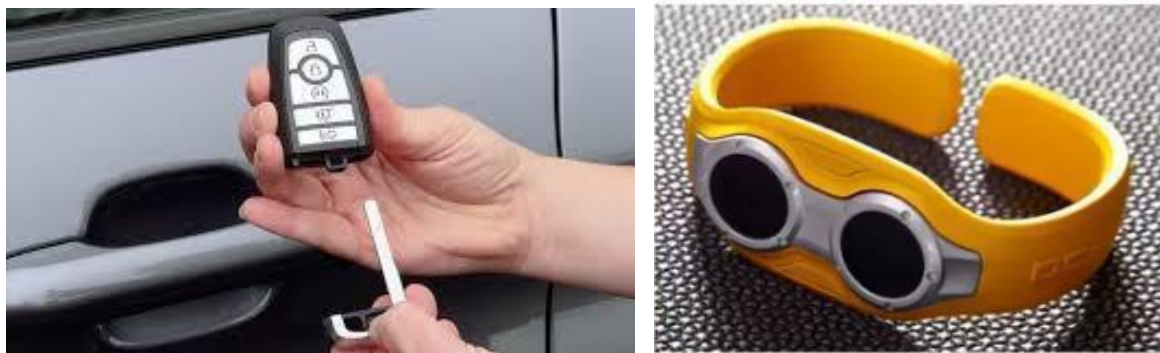


Рисунок 6.7 – Безключовий доступ

Технологія безключового доступу (ТБД) дозволяє водієві відкривати двері автомобіля та запускати двигун без фізичного контакту замка з ключем. Зазвичай вона використовує РЧ сигнал, який активує замок дверей та запуск двигуна, коли ключ знаходиться в певному радіусі від ТЗ. (рисунок 6.8). Така технологія широко використовується для доступу до автомобіля. Зчитувачі 2,45 ГГц ідентифікують автомобілі, оснащені напівактивними або активними бейджами, підтримуючи відстань зчитування понад 10 метрів.



Рисунок 6.8 - Технологія безключового доступу

ТБД базується на використанні RFID технології або ближнього зв'язку, наприклад,

Bluetooth або NFC, щоб ЕБУ ТЗ розпізнавав і авторизував доступ

користувача без потреби вставляти ключ у замок. ТБД стала стандартною або опціональною у багатьох сучасних автомобілях, особливо в більш високих класах або серед автомобілів преміум-класу.

Більшість сучасних автомобілів використовують старт-стоп кнопку замість ключа для запуску мотора ТЗ (рисунок 6.9). Водій може просто натискати кнопку, щоб запустити або зупинити двигун.

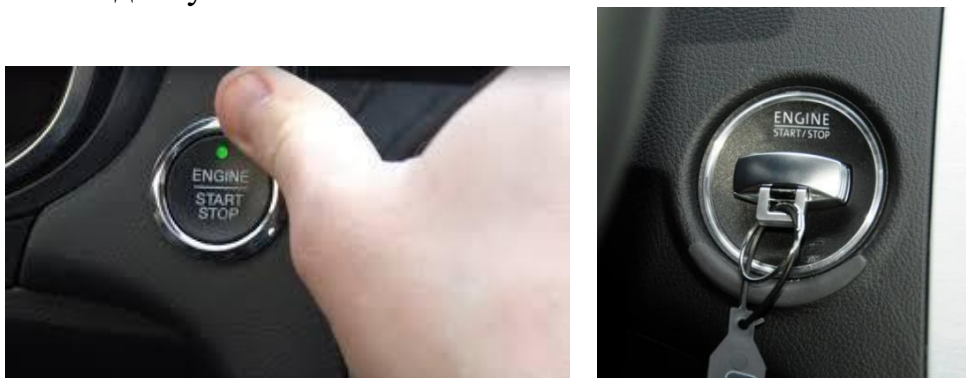


Рисунок 6.9 - Кнопка запуску двигуна

Перевагами даної технології є зручність та безпека за рахунок того, що деякі системи мають додаткові функції безпеки, наприклад автоматичне блокування дверей після віддаленого запуску. Недоліком ТБД є те, що ключі потребують живлення батарей, які можуть розряджатися та ризик перехоплення сигналу ключа для подальшого викрадення.

Смарт-карти доступу

Смарт-карти (рисунок 1.10) містять електронні компоненти, аналогічні тим, що використовуються у безконтактних картках оплати. Вони дозволяють доступ до автомобіля без потреби вставляти чи вставляти щось в роз'єм.



Рисунок 6.10 – Смарт карта

Прикладом може бути технологія Connected Car [29], яка забезпечує інтеграцію Інтернет та безпроводного зв'язку з ТЗ. Це забезпечує можливості обміну даними між автомобілями, доступу в інтернет та взаємодію з пристроями та сервісами.

Також картки ближнього зв'язку з NFC чіпами можуть використовуватися у комерційних і автопарках для забезпечення доступу і безпеки. Ці карти розгортають динамічні коди та комунікаційні «рукостискання», які перешкоджають спробам клонування. Власники автопарків можуть додатково підвищити безпеку, інтегрувавши виділений сервер для безпечного зберігання віртуальних ключів і регулярного їх оновлення.

6.4 Додаткові технології доступу

Управління за допомогою мобільного додатка

Сучасні автомобільні виробники надають можливість відкривати та запускати автомобіль через мобільний додаток (рисунок 6.11). Це забезпечує зручність та додаткові функції, наприклад віддалене керування та моніторинг стану ТЗ. Компанії, що надають авто в оренду розробляють мобільні додатки, які дозволяють клієнтам відкривати та запускати автомобілі без ключів або карток, користуючись лише мобільним пристроєм та спеціальними QR-кодами.



Рисунок 6.11 – Управління ТЗ через смартфон

Виробники автомобілів пропонують мобільні додатки, які дозволяють водіям блокувати, розблокувати та запускати автомобіль через смартфон. Наприклад, мобільний додаток MyBMW в BMW або RemoteLink в Chevrolet.

Tesla Model 3 використовує систему доступу Tesla Mobile App, що дозволяє власникам відкривати, запускати та керувати автомобілем за допомогою смартфона/ Також авто оснащено картою доступу, що може використовуватися як альтернативний метод доступу.

Перевагами такого способу є те, що власник може керувати автомобілем через свій смартфон на відстані, а різні функції додатків можуть надавати інформацію про стан ТЗ та ін. Недоліком є та налагодженого зв'язку смартфона з автомобілем. Також існує ризик взлому мобільного додатку або втрати доступу до ТЗ у випадку втрати мобільного пристрою.

Технологія доступу за біометричними даними

Технологія доступу за біометричними даними (рисунок 6.12) набуває все більшої популярності в сучасних автомобілях. Вона дозволяє водієві відкривати двері та запускати двигун за допомогою сканування відбитків пальців. Для цього вбудовуються датчики, наприклад як сканер відбитків пальців або розпізнавання обличчя, щоб ідентифікувати користувача.

Біометричний доступ до автомобіля реалізується за допомогою технології розпізнавання обличчя, відбитків пальців і голосу та ін. Камери сканують обличчя водія, порівнюють його зі збереженими зображеннями та надають доступ, якщо є збіг.



Рисунок 6.12 – Біометрична ідентифікація для доступу до автомобіля

Перевагою такого способу доступу до ТЗ є висока безпека, оскільки відбитки пальців є унікальними і складними до підробки, та зручність оскільки не потрібно мати при ніяких фізичних засобів доступу, які можна втратити.

Недоліком є висока вартість таких систем. Можливість виникнення помилок при скануванні відбитків пальців або проблеми з розпізнаванням.

На сьогоднішній день доступ за відбитком пальця у вигляді основного методу відкриття та запуску автомобіля залишається в основному на рівні концепцій та прототипів, а не на реальних автомобілях. Проте, деякі автовиробники вже працюють над впровадженням цієї технології у своїх автомобілях. Однак наразі немає масового поширення цієї функції на автомобільному ринку.

Деякі компанії, такі як Hyundai, вже продемонстрували прототипи автомобілів з відбитком пальця для доступу та запуску. Компанія Tesla включає в свої плани можливість впровадження технології біометричного доступу, але наразі ця функція ще не випущена на ринок. Прикладом є система Face ID.

Однак можна очікувати, що в майбутньому із зростанням інтересу до біометричних технологій та забезпеченням високого рівня безпеки, такі СБДА можуть стати більш поширеним у автомобільній індустрії.

Розвиток способів доступу до автомобіля спрямований на полегшення та забезпечення безпеки для користувачів, використовуючи сучасні технології та інноваційні підходи.

6.5 Принцип роботи систем дистанційного доступу

У різних марках автомобілів СБДА має різні назви, наприклад у концерну Mercedes-Benz це Keyless Go [25], у компанії Audi - Advanced Key, в автомобілях марки Volvo ТБД відома як Keyless Drive [39], у Toyota це Smart Entry та ін.

Принцип роботи всіх СБДА полягає у прийомі та обробці сигналів від ключа до автомобіля і навпаки, що відбувається на різних частотах. Під час цього діалогу ТЗ ідентифікує особу як власника, відкриває двері та запускає двигун. Процес відбувається у два етапи (рисунок 6.13): ЕБУ відправляє сигнал ключу; ключ відповідає ЕБУ. Після першого етапу ЕБУ ТЗ повинен переконатися, що ключ є автентичним. Для цього він знову відправляє закодований сигнал, а ключ повинен відправити "відповідь". Якщо ідентифікація відбулася успішно, ЕБУ зв'язується з блоком комфорту, який видає команду на відкриття замків. Система є надійною з точки зору кодування сигналу - діалог між ключем і ТЗ триває настільки короткий час, що злоумисники не встигають перехопити і обробити сигнал.

Для запобігання електронному підробленню коду, відповідь від ключа надходить в реальному часі. З метою безпеки пакети шифруються за допомогою довгострокового

секретного ключа, який спільний для віддаленого ключа і відповідного автомобіля. Ключ повинен бути у безпосередній близькості до ТЗ разом із брелком, щоб відкрити його, інакше система просто не прийме код і залишить усі двері закритими. Високий рівень захисту забезпечується швидкістю радіообміну між елементами системи. Протокол передбачає отримання відповідних сигналів протягом наносекунд. Ці фактори роблять неможливим розшифрування та взлом паролів.

Для підвищення безпеки кожен комплект використовує власний унікальний алгоритм обміну. ЕБУ передає закодовану послідовність, на яку вбудований ключ повинен відповісти строго визначеним цифровим повідомленням. При кожному новому зверненні запит, який передається, та відповідна комбінація змінюються квазівипадковим чином. Порядок роботи СБДА наведений на рисунку 6.14.



Рисунок 6.13 – Процес обміну даними в СБДА Рисунок 6.14 – Принцип роботи СБДА

Загальний принцип роботи можна описати наступними кроками:

- передача сигналу - ключ містить РЧ передавач або інший пристрій, який надсилає радіосигнал або імпульси ближнього зв'язку;
- вбудований приймач в автомобілі, що зазвичай розташований у межах дверей або поруч з ними, приймає сигнал від ключа;
- перевірка ідентифікатора, який надсилається ключем. це може бути унікальний номер або інший ідентифікатор, який система повинна розпізнати;
- авторизація доступу якщо ідентифікатор, отриманий від ключа, відповідає тому, що зберігається в пам'яті ЕБУ автомобіля;
- управління функціями після успішної ідентифікації, наприклад розблокування дверей, відкриття багажника, а також можлива активація інших функцій, такі як регулювання сидінь або дзеркал.

На рисунку 6.15 наведено приклад потоку повідомлень в СБДА.



Рисунок 6.15 - Потік повідомлень СБДА

ЕБУ автомобіля періодично відправляє сигнали низької частоти (НЧ) (125 ~ 135 кГц), щоб перевірити, чи знаходиться відповідний ключ поруч. У разі, якщо ключ знаходиться в межах зони комунікації НЧ (1~2 м), він отримує періодичний сигнал НЧ від автомобіля, що дозволяє йому передавати сигнал виклику. Мікросхема ключа відповідає на високій частоті (ВЧ) (433 або 866 МГц).

Після вимкнення двигуна мікросхема всередині брелка здійснює радіообмін з ЕБУ. При виході водія з салону і віддаленні його на певну відстань спрацьовує блокування замків. При наближенні власника до автомобіля обмін між брелком і ЕБУ відновлюється.

Залежно від використаного алгоритму замки відкриваються автоматично при наближенні водія або після натискання рукою на ручку дверцят.

Системи дистанційного керування (СДК) передбачають відправку першого запиту з боку ключа водієм. В цьому випадку він повинен натиснути відповідну кнопку на ключі чи брелку при наближенні до ТЗ (рисунок 6.16). Лише після цього передається сигнал ВЧ до ЕБУ.

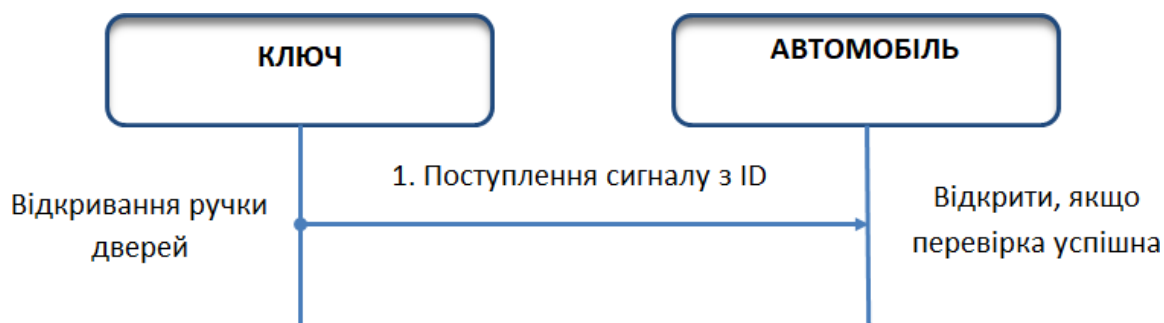


Рисунок 6.16 - Потік повідомлень СДК

У СКД сигнали ВЧ з ключа передаються у одному напрямку. Передача РЧ сигналів з дистанційного брелка повторюється кілька разів для перевірки в системі щоб збільшити надійність зв'язку. Для прискорення запуску двигуна використовується кнопка старт-стоп, яка також обмінюється закодованою інформацією з мікросхемою ключа.

Інформація у вигляді двійкового коду кодується для передачі за допомогою безпроводного зв'язку (рисунок 6.17).

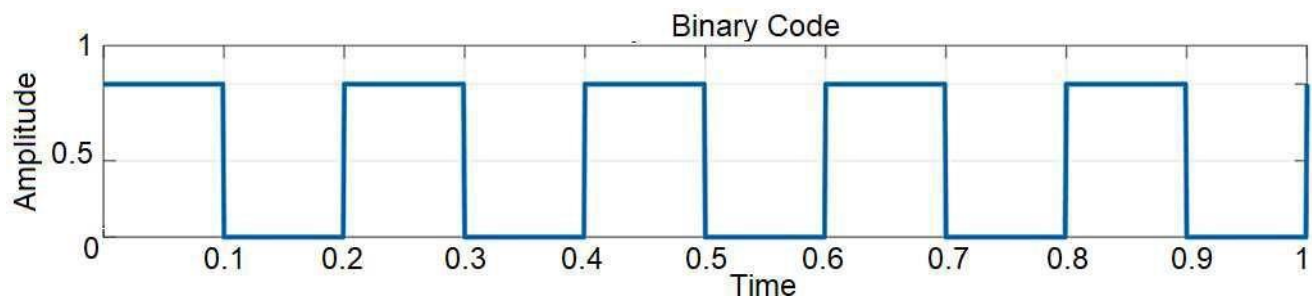


Рисунок 6.17 - Сигнал у вигляді двійкового коду

Потім закодований базовий сигнал передається у вигляді аналогового радіосигналу за допомогою різних схем модуляції. Частотна модуляція (ЧМ) (рисунок 6.18) та амплітудна модуляція сигналу (АМ) (рисунок 6.19) є найпоширенішими методами модуляції радіосигналів у СБДА.

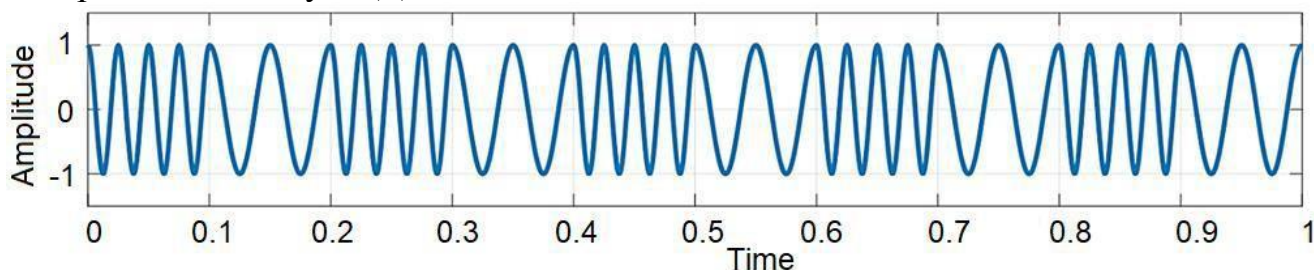


Рисунок 6.18 – ЧМ сигналу

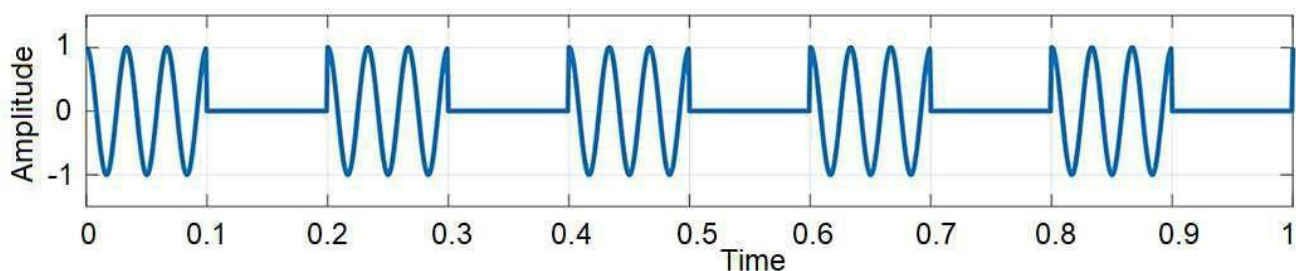


Рисунок 6.19 – АМ модуляція

Символ складається з кількох бітів. У ЧМ біти 0 і 1 виражаються зсувом частоти базового сигналу на певне частотне відхилення відносно центральної частоти f_c , що означає частоту несучого сигналу. Несучий сигнал - це синусоїдальна хвиля з несучою частотою. Вона визначається стандартно відповідно до її застосування та регіону. Тобто f_c для сигналу ВЧ - 315 МГц або 433,92 МГц, а f_c для сигналу НЧ - 125 ~ 135 кГц. На рисунку 6.17 показано приклад сигналу ЧМ та АМ, що відповідають двійковому коду. При ЧМ сигналу, якщо синусоїдальна хвиля частоти $f_c + f_d$, яка вища за центральну частоту на f_d , вказує на біт 1, синусоїдальна хвиля частоти $f_c - f_d$, яка нижча за центральну частоту на f_d , вказує на біт 0. f_d вказує на частотне відхилення. В АМ виражає біти 0 і 1 за допомогою амплітуди синусоїди з центральною частотою f_c . Якщо синусоїдальна хвиля з амплітудою A_0 вказує на біт 1, синусоїдальна хвиля з амплітудою 0 вказує на біт 0. Далі, базовий сигнал змішується з несучим сигналом та передається через антену. Оскільки з антени випромінюється ВЧ електричний сигнал, радіосигнал може бути фізично переданий через повітря у вигляді електромагнітної хвилі. На стороні приймача отриманий сигнал обробляється через мікшер, демодулятор та декодер - в зворотному до процесу передачі порядку.

6.6 Структура системи безключового доступу

Для використання СБДА ТЗ повинен бути обладнаний ЕБУ та антенами, а водій повинен мати FOB, який підтримує відповідну технологію зв'язку, таку як RFID, Bluetooth або NFC. ЕБУ відповідає за роботу СБДА та запуску. Він приймає сигнали від FOB водія через антени, обробляє їх і при необхідності дозволяє відкривати двері, запускати двигун тощо. Антени встановлюються на автомобілі для прийому сигналів від ключа або смартфона. Деякі СБДА також можуть бути сумісними зі смартфонами, які мають вбудований RFID чіп або підтримують технологію Bluetooth чи NFC. Додаток для автомобіля на смартфоні дозволяє водієві взаємодіяти з автомобілем, відкривати двері, запускати двигун та інші функції.

На рисунку 6.20 наведено схематичне розміщення елементів СБДА.

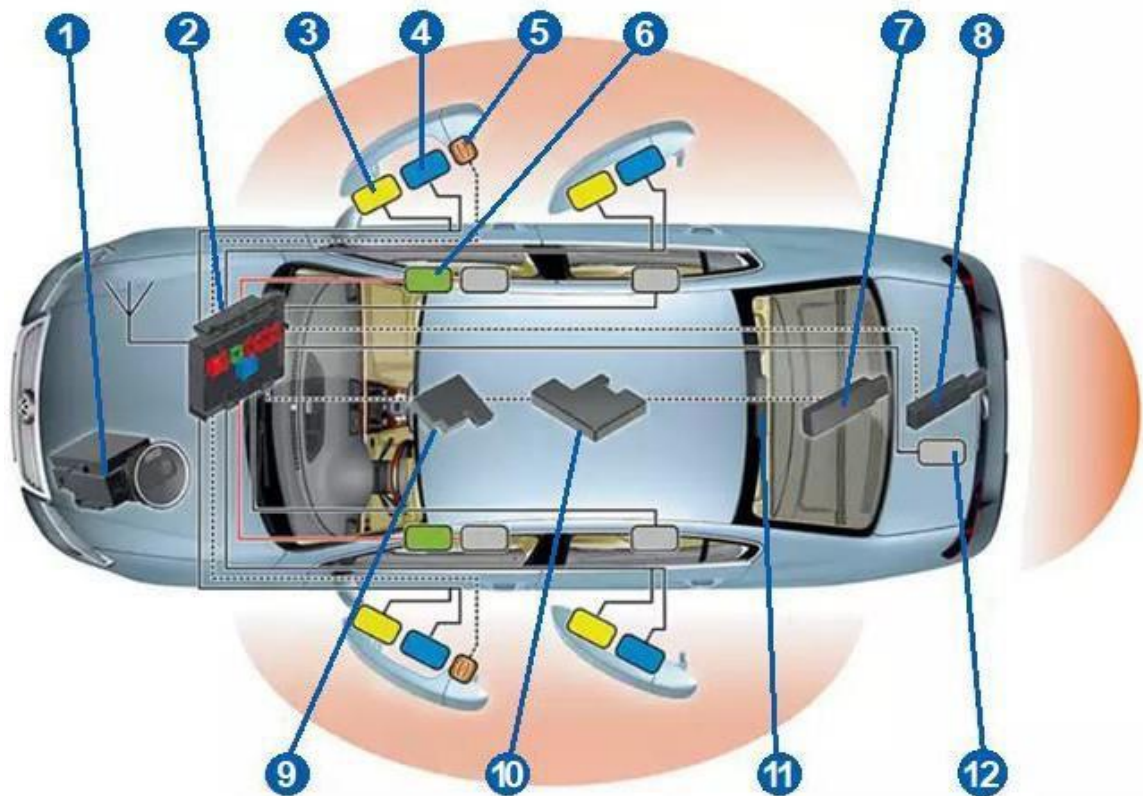


Рисунок 6.20 – Елементи СБДА

На рисунку 6.20 позначено:

1. Блок управління двигуном.
2. ЕБУ СБДА.
3. Датчик відкриття двері.
4. Датчик закриття двері.
5. Антена.
6. Блок управління та привід центрального замка.
7. Антена у багажнику.
8. Антена на кришці багажника.
9. Антени в салоні.
10. Антена на задньому склі.
11. Привід кришки багажника.

Після того, як водій торкається ручки дверей ЕБУ отримує сигнал від

розташованого в ній датчика. Після цього ЕБУ розпочинає пошук FOB, який повинен знаходитися у певному діапазоні, наприклад бути не далі ніж 1,5 м від дверей. Якщо всі умови виконані, розпочинається двосторонній обмін даними між ключем і ТЗ (рисунок 6.21).

Функціонал FOB залежить від марки та рівня оснащення автомобіля. Усередині ключа знаходиться мікросхема, яка кодує та декодує сигнал. Для цього вона використовує алгоритм плаваючого коду, який на сьогодні вважається одним із найнадійніших.



Рисунок 6.21 – Принцип дії СБДА

Датчики у ручках дверей (рисунок 6.22) необхідні для передачі сигналу про їх відкриття або закриття. Кількість датчиків залежить від функціоналу, вбудованого автовиробником. Наприклад, у ручці водійської дверки Audi A6 розташовано три датчики: два конденсаторних на внутрішній та зовнішній сторонах ручки відповідно для відкриття та закриття дверей, а сенсорною кнопкою можна також закрити вікна.



Рисунок 6.22 – Датчик

Антени призначені для прийому та передачі закодованих сигналів. Розташування цих антен може відрізнятися в залежності від конкретної конструкції автомобіля та вимог СБДА. Наприклад, антени можуть бути вбудовані в екстерер (1) ТЗ, зокрема область дверей, заднього бампера або інтерер (2) та внутрішні частини ТЗ, залежно від конструкції та технологічних можливостей (рисунок 6.23).

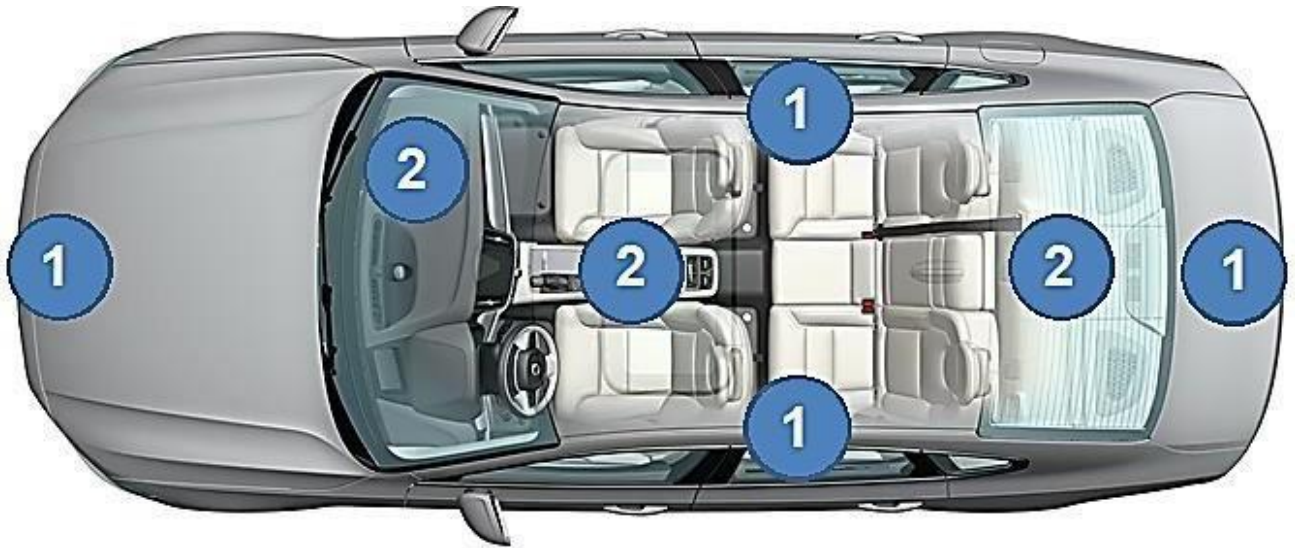


Рисунок 6.23 – Розташування антен СДБА

«Приймальні антени для різних СДБА включають одноосьові транспондери (SDTR1103, SDTR1103CAP, SDTR1103EM) і 3D-антени з хорошою продуктивністю незалежно від фізичної орієнтації пристрою (3DC15, 3DC15CAP, 3DC11LP, 3DC11LPCAP, 3DC09AOI). Також використовуються комбіновані антени зі стандартним НЧ транспондером 3D (125 кГц) і високочастотним NFC (13,56 МГц) (2D1D, 4DCOIL)».

На рисунку 6.24 наведений приблизний робочий діапазон антен для розблокування та закриття дверей.

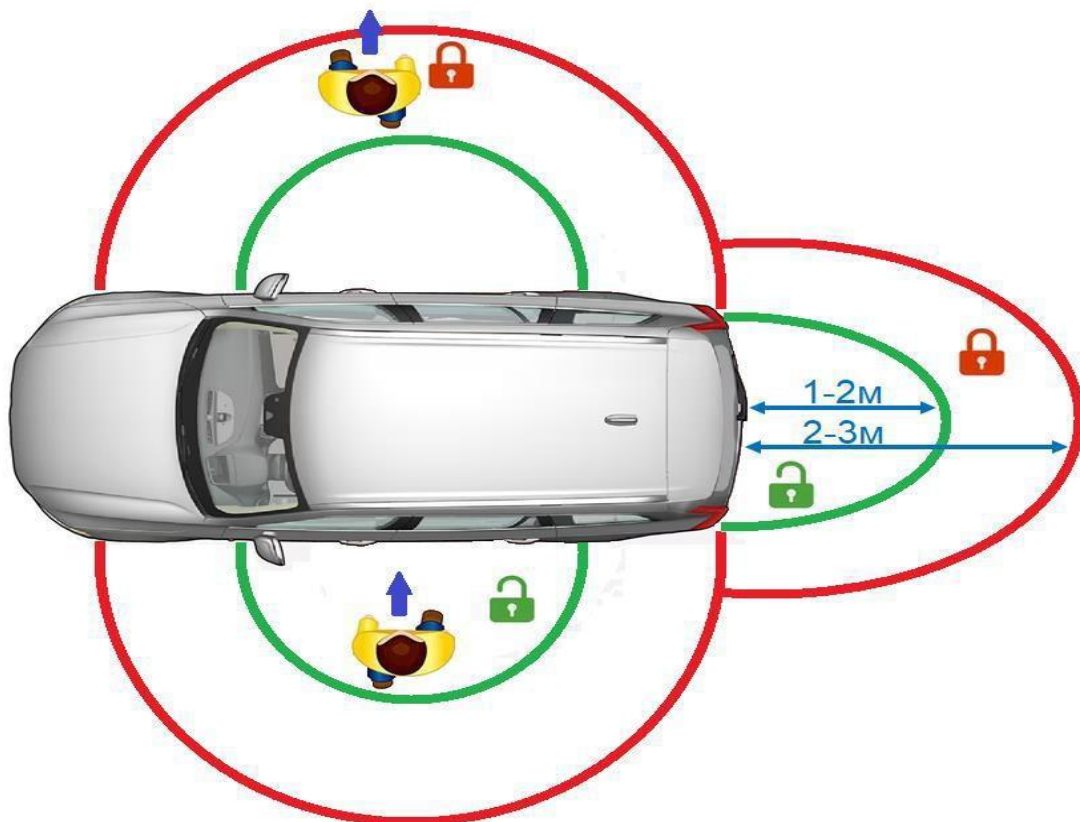


Рисунок 6.24 – Робочий діапазон антен

Системи працюють за допомогою НЧ (20 кГц, 125 кГц і 134 кГц) емітерних антен передавача, залежно від використовуваного набору мікросхем, як усередині, так і зовні автомобіля. Випромінювальні антени доступні для робочих частот НЧ 20, 125 і 134,2 кГц

з різними комбінаціями індуктивності/конденсатора та відповідними можливостями струму.

СБДА є інтелектуальною. Одним із етапів блокування ТЗ є перевірка місцезнаходження ключа. Якщо він знаходиться у салоні, закрити дверцята не вдасться. На багатьох моделях ТЗ з СБДА при постановці на охорону автоматично закриваються відкна та люк. Для цього потрібно доторкнутися до датчика, що відповідає за закриття, і не відпускати його, доки вікна та люк не закриються.

Для прискорення запуску двигуна використовується кнопка старт-стоп, яка також обмінюється закодованою інформацією з мікросхемою ключа (рисунок 6.25).

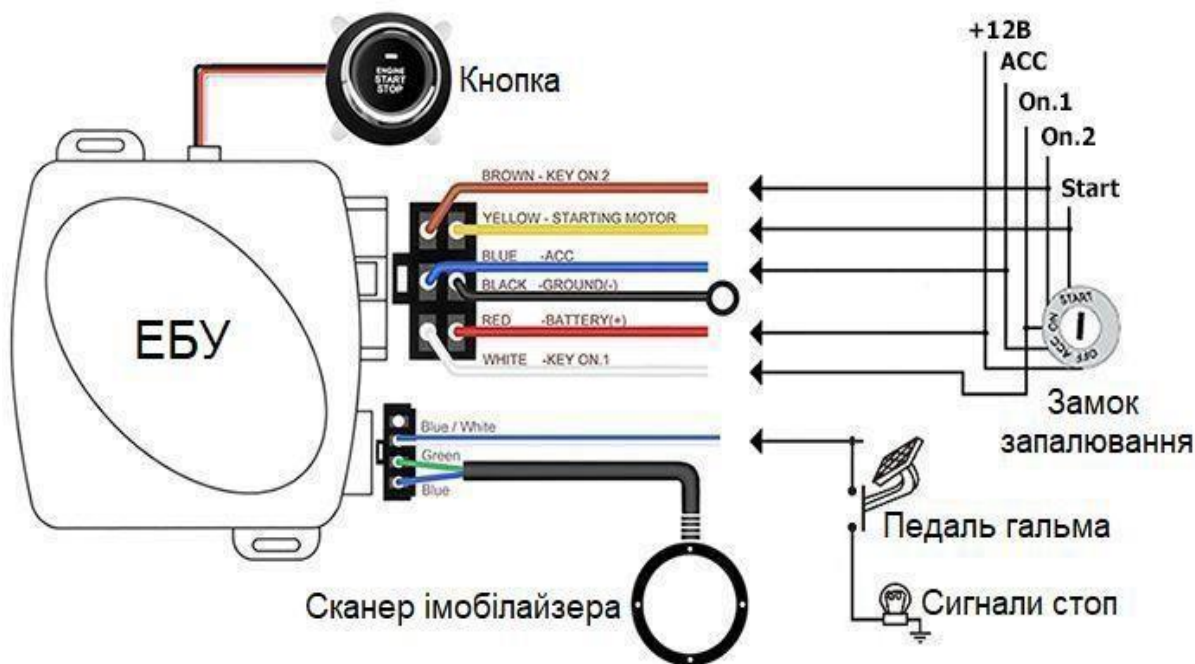


Рисунок 6.25 – Схема підключення кнопки запуску двигуна

Необхідною умовою для пуску двигуна є знаходження ключа всередині салону. При натисканні на кнопку запуску відбувається обмін кодами за таким самим протоколом, який діє при відкритті дверей. Якщо попередньо не натиснути на педаль гальма або зчеплення, в залежності від типу коробки передач, включиться лише запалювання. Щоб заглушити двигун, треба ще раз натиснути кнопку. Іноді СБДА може не дозволяти запускати двигун через невдале розпізнання ключа. Щоб автомобіль завівся, треба вийняти його з кишені та піднести його до кнопки запуску. У разі потреби його треба повертати різними сторонами.

Безконтактно можна відкрити не лише двері, але й багажник. На деяких ТЗ для цього не потрібно торкатися кнопки, достатньо провести ногою під бампером: датчики руху зафіксують команду, автоматика розблокує замок і активує електропривід (рисунок 6.26).



Рисунок 6.26 – Безконтактне відкривання багажника

Зазвичай використовують два конденсаторних безконтактних датчика, розташованих у нижній та верхній частині бампера, які визначають положення ноги. Ця функція працює лише при незаведеному двигуні, щоб уникнути помилкових спрацювань під час паркування.

6.7 Функції систем доступу без ключа

Існує багато СБДА з різним набором функцій та параметрів. Серед них є як заводські (встановлювані на заводах), так і ті, що випускаються сторонніми виробниками та можуть монтуватися на ТЗ, зокрема[5-11]:

- Passive Keyless Entry System (PKES) - пасивна система безключового доступу;
- Remote Entry System (RKE) - система дистанційного доступу;
- Remote Start (RS) - дистанційний запуск;
- Passive Entry Passive Start (PEPS) - система пасивного входу та пасивного старту.

RKE S і RS використовують кнопковий доступ до брелока, тоді як PKES та PEPS забезпечує розширену взаємодію з автомобілем без використання рук. PEPS забезпечує блокування, розблокування та функцію заведення / зупинки двигуна через канали високого рівня безпеки без будь-якої ручної взаємодії з брелоком.

RKE є еволюцією в порівнянні з попереднім рішенням ІММО на основі НЧ RFID (125 кГц) та є попередником PEPS. Схема системи RKE наведена на рисунку 2.15. Вона складається з ключа чи брелка для передачі сигналів ВЧ на безпроводний приймач, що з'єднаний з модулем керування кузовом (МКК) автомобіля для перевірки особи користувача.

Для РЧ передачі сигналу він попередньо шифрується та закодується. Після прийому РЧ сигналу, відбувається його декодування та розшифрування. При успішній перевірці ідентифікатора система виконає дію відкриття/закриття дверей, керувану МКК за допомогою виконавчих механізмів (ВМ).

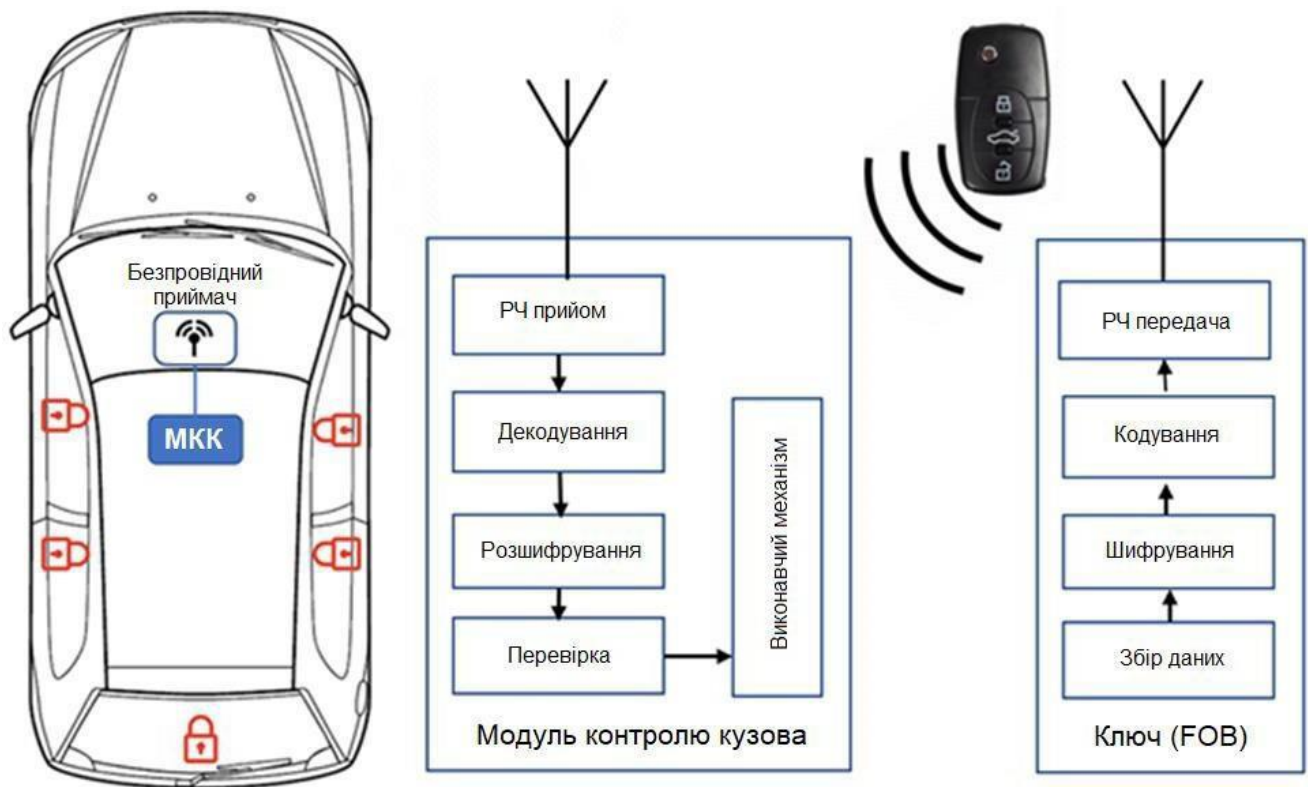


Рисунок 6.30 – Схема RKE

Система RKE використовує різні частотні діапазони у різних регіонах, наприклад 315 МГц у США, Китаї та Японії, 433,92 МГц - в Європі, Китаї та 868 МГц здебільшого у Європі. У більшості випадків використовується АМ модуляція сигналу, проте в Японії використовується режим ЧМ.

Системи RKE, як правило виконують односторонню перевірку. На рисунку 6.31 наведено схему односторонньої СБДА.

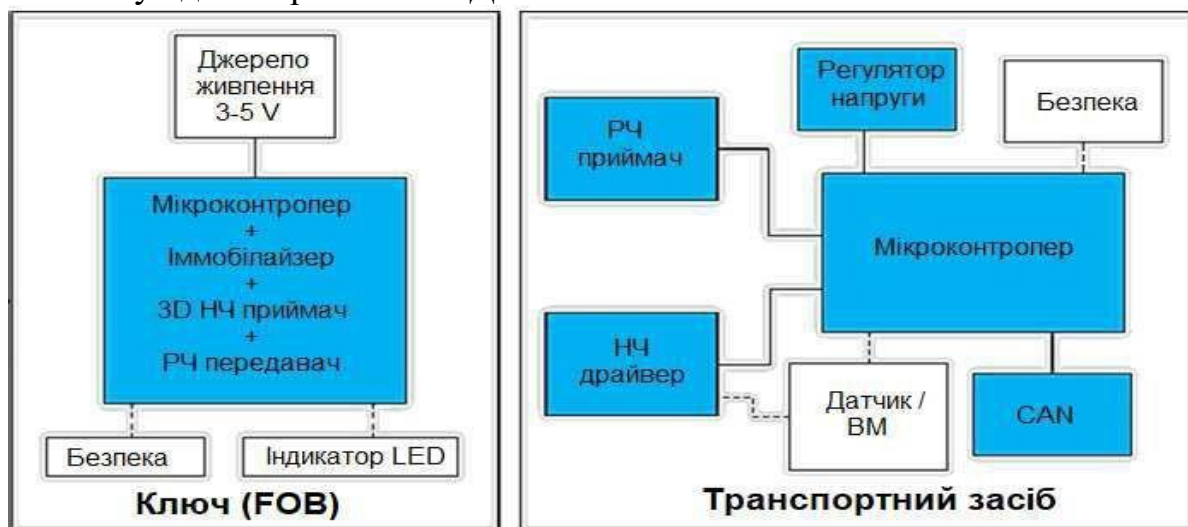


Рисунок 6.31 — Схема односторонньої СБДА

В результаті модернізації механізму систем односторонньої перевірки RKE появився двосторонній механізм RKE (рисунок 6.32), де перевірка більше не ініціюється власником брелка, натомість її ініціює НЧ передавач, підключений до МКК.

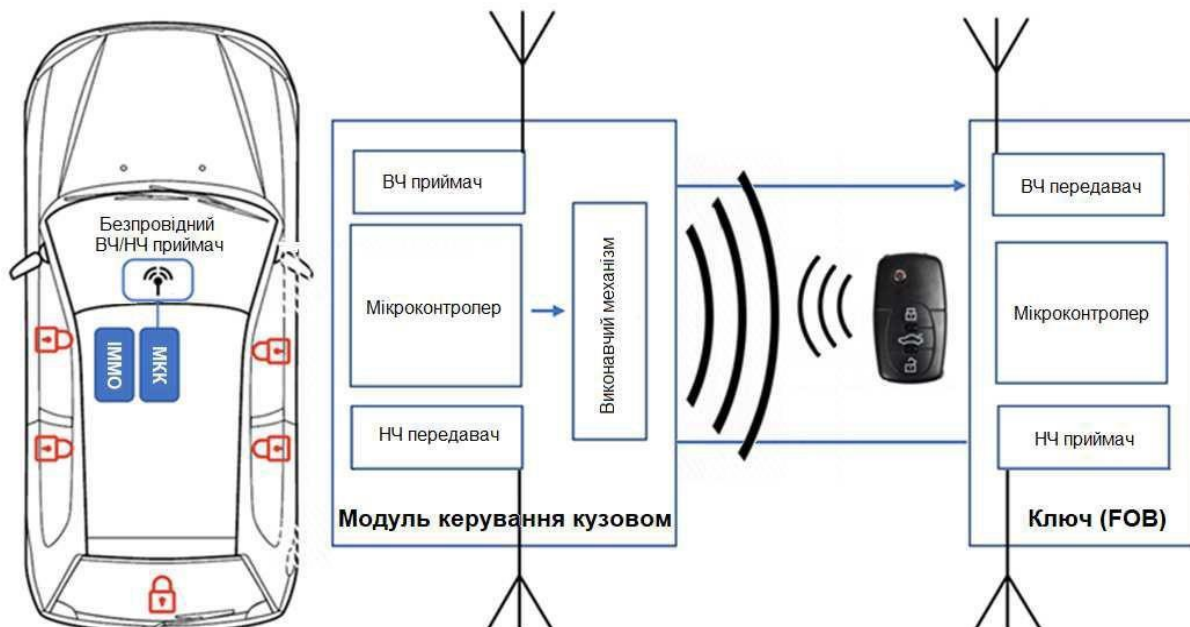


Рисунок 6.32 – Схема РКЕ

Якщо автомобіль закритий і заблокований, вбудований в автомобіль бездротовий модуль буде постійно транслювати НЧ сигнали (125 кГц) у пошуках приймача (вбудованого в FOB) у певному діапазоні, коли модуль знайде відповідь, код FOB розбудить МКК, якщо НЧ частина модуля не отримувала сигналів зворотного зв'язку на протязі певного часу, він перейде в режим сну, щоб знизити споживання енергії

Кожного разу, коли приймач у МКК отримує сигнал пробудження, він надсилає постійну закодовану дейтаграму через ВЧ, тобто 433 МГц, сигнали. Після того, як вбудований модуль розшифрує та зрозуміє дейтаграму, він подасть сигнал ВМ виконати певні дії.

На рисунку 6.33 наведено схемудвосторонньої СБДА.

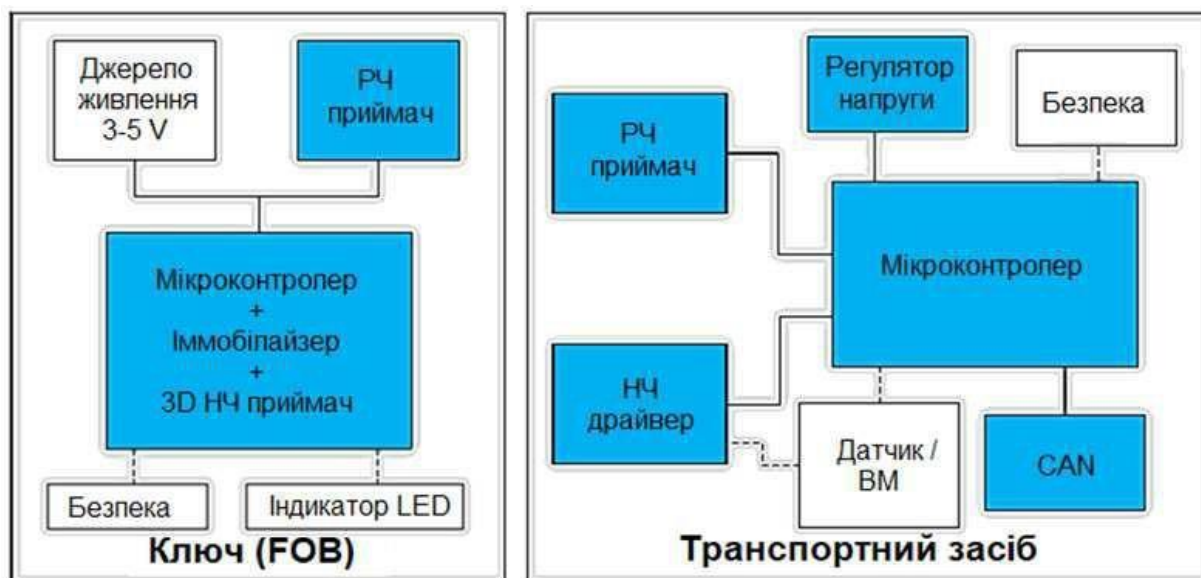


Рисунок 6.33 - Схема двосторонньої СБДА

СБДА з функцією РКЕ забезпечує зручне відкривання та закривання ТЗ без безпосереднього використання ключа. Електронне обладнання здійснює обмін закодованою інформацією між FOB, який знаходиться у водія, та встановленим всередині автомобіля МКК. Це дозволяє системі ідентифікувати власника та зняти блокування замків при його наближенні до ТЗ та натисканні на відповідку кнопку на

ключі. Встановлена в автомобіль система може виконувати ряд додаткових функцій, таких як відкриття багажника, управління склопідйомниками та інші.

СБДА RKES забезпечує управління центральним замком, що не вимагає натискання кнопок брелка для блокування та розблокування дверей. Часто вона передбачає додаткові функції керування авто, наприклад початок роботи двигуна без маніпуляцій з замком запалювання. Система вміє не лише розрізняти своїх від чужих, але й відкривати двері, запам'ятати налаштування сидінь та ін.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що СБДА крім відкривання- закривання дверей, дозволяють виконувати й інші функції залежно від виду, наприклад:

- запускати двигун;
- запам'ятовувати положення сидіння;
- підіймати / опускати вікна;
- закривати люк при постановці на охорону;
- вмикати кліматконтроль;
- відкривати, в тому числі і безконтактно, багажний відсік і т.д. Серед переваг СБДА можна виділити:
- захист від крадіжки автомобіля завдяки складній системі шифрування;
- легка інтеграція з усіма наявними в автомобілі системами;
- швидкий запуск стартера;
- можливість блокування дверей та кермового управління;
- надання різної інформації про ТЗ у режимі онлайн.

Недоліком СБДА є складне виготовлення дублікату ключа у разі втрати оригінального. Новий ключ необхідно прописувати у ЕБУ ТЗ для чого потрібно перепрограмувати чіп та звертатися до дилера.

Запитання для самоконтролю

1. За якими основними критеріями класифікуються способи доступу до автомобіля? Наведіть приклади для кожного критерію.

2. У чому полягає відмінність між традиційними механічними ключами та сучасними електронними ключами з транспондером?

3. Поясніть принцип роботи імобілайзера (ІММО). Яку роль у ньому відіграють RFID-чіп та ЕБУ?

4. У чому різниця між системами RKE, PKES, PEPS та PKE? Які з них використовують односторонній, а які – двосторонній обмін даними?

5. Опишіть принцип роботи системи безключового доступу (СБДА). Які частоти використовуються для НЧ та ВЧ каналів зв'язку?

6. Які методи модуляції сигналу застосовуються у системах дистанційного доступу? Поясніть різницю між АМ та ЧМ у контексті передачі двійкового коду.

7. Які основні елементи входять до структури системи безключового доступу автомобіля? Опишіть їх функції.

8. Які переваги та недоліки технології безключового доступу порівняно з тра

9. У чому особливості використання мобільних додатків та смарт-карт для доступу до автомобіля? Які ризики пов'язані з цими технологіями?

10. Які додаткові функції можуть реалізовувати сучасні СБДА, окрім відкривання та закривання дверей? Поясніть їх значення для комфорту та безпеки користувача.

ТЕМА 7. СИСТЕМИ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ (SRS)

Системи пасивної безпеки (SRS - Supplemental Restraint System) призначені для зменшення ризику травмування водія та пасажирів під час дорожньо-транспортних пригод. На відміну від систем активної безпеки, які спрямовані на запобігання аварії, SRS спрацьовують безпосередньо під час зіткнення та мінімізують наслідки удару. До складу систем пасивної безпеки входять подушки безпеки, піротехнічні натягувачі ременів, датчики удару, електронний блок керування та інші елементи, що працюють у єдиному комплексі. Сучасні SRS інтегруються з електронними системами автомобіля та забезпечують швидке прийняття рішення про спрацювання - за долі секунди після виявлення аварійної ситуації.

Розвиток систем пасивної безпеки є важливим напрямом удосконалення автомобільної електроніки та підвищення загального рівня безпеки транспортних засобів.

7.1 Натягувач ременя безпеки

Сучасні автомобілі оснащуються ременями безпеки з натягувачами (переднатягувачами). Натягувач ременя безпеки призначений для завчасного запобігання переміщення людини вперед (щодо руху автомобіля) при аварії. Це досягається за рахунок змотування і зменшення свободи прилягання ременя безпеки.

Натягувач забезпечує змотування відрізка ременя безпеки довжиною до 130 мм за час 13 мс. Нерідко під натягувачем ременя безпеки помилково розуміють пристрій що втягує ремінь безпеки. Натягувачі, як правило, встановлюються на замку ременя безпеки. Рідше натягувачі встановлюються на втягуючому пристрої ременя безпеки.

За принципом дії розрізняють такі конструкції натягувачів ременів безпеки: тросовий, кульковий, роторний, рейковий, стрічковий.

Зазначені конструкції натягувачів оснащуються механічним або електричним приводом. Привод натягувача являє собою спосіб займання піропатрона. Механічний привод заснований на займанні піропатрона механічним способом (ударним бойком). Електричний привод передбачає займання піропатрона електричним сигналом від електронного блоку управління (або від окремого датчика).

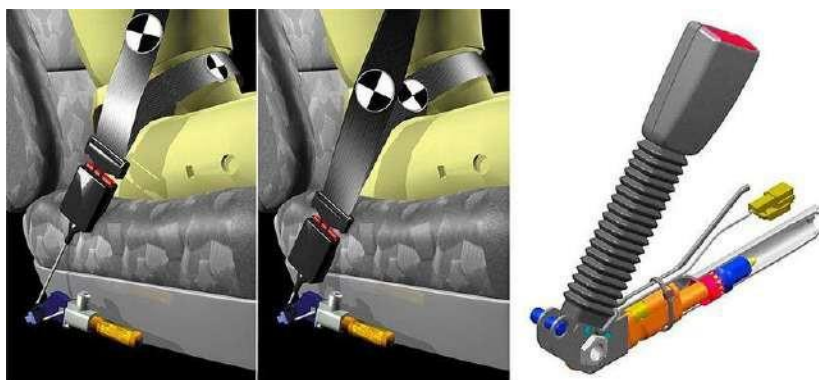


Рисунок 7.1 – Натягувач ременя безпеки

Робота натягувачів ременів безпеки в залежності від конструкції може здійснюватися як в складі системи пасивної безпеки, так і автономно. При аварії, задні датчики удару передають відповідний сигнал в блок управління, який активує піропатрон і пускає в хід натягувачі ременів безпеки.

Для запобігання значних навантажень на пасажирів при аварії, натягувач

оснащується обмежувачем зусилля натягу ремня безпеки. Обмежувач при певному навантаженні послаблює дію ремня безпеки на людину. Найпростішим обмежувачем зусилля натягу ремня безпеки є петля, прошита на ремені безпеки. При перевищенні певного зусилля натягу ремня безпеки шви в петлі рвуться, і ремінь стає довшим.

У сучасних конструкціях зусилля натягу ремня безпеки обмежується торсійним валом в катушці ремня безпеки. Залежно від зусилля натягу ремня безпеки торсійний вал скручується, зменшуючи навантаження.

7.2 Подушки безпеки

Подушки безпеки автомобіля (загальноприйнята міжнародна назва – airbag) призначені для пом'якшення удару водія і пасажирів об рульове колесо, елементи кузова і вікна при автомобільній аварії. Вони застосовуються спільно з ременями безпеки. Свою історію подушки безпеки ведуть з моменту опублікування патенту Уолтера Ліндерера в 1953 році.



Рисунок 7.2 – Фронтальні подушки безпеки

Види подушок безпеки.

Сучасні легкові автомобілі мають кілька подушок безпеки, які розташовуються в різних місцях салону автомобіля. Залежно від місця розташування розрізняють наступні види подушок безпеки: фронтальні, бічні, головні, колінні, центральна подушка безпеки.



Рисунок 7.3 – Бічні подушки безпеки

Вперше **фронтальні подушки безпеки** були застосовані на автомобілях Mercedes-Benz в 1981 році. Розрізняють фронтальну подушку безпеки водія і переднього пасажера. Для фронтальної подушки безпеки переднього пасажера передбачається, як правило, можливість відключення. У ряді конструкцій фронтальних подушок використовується двоступеневе і навіть багаступінчате спрацьовування в залежності від тяжкості аварії (т.зв. адаптивні подушки безпеки). Фронтальна подушка безпеки водія розташовується в рульовому колесі, переднього пасажера – у верхній правій частині передньої панелі.

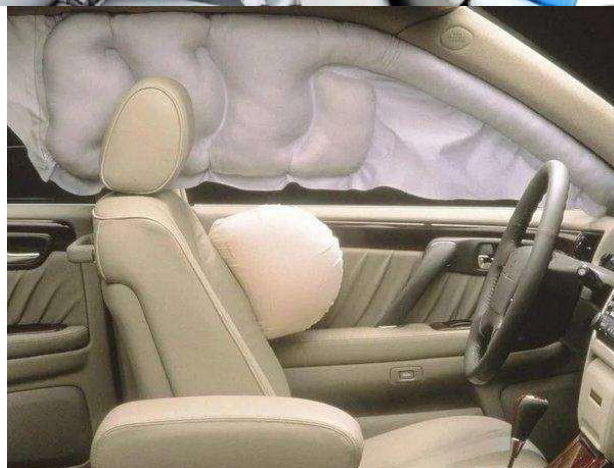


Рисунок 7.4 – Головні подушки безпеки

Бічні подушки безпеки покликані знизити ризик травмування таза, грудної клітини та черевної порожнини при аварії. Піонером у застосуванні бічних подушок безпеки є компанія Volvo, яка в 1994 році почала пропонувати їх для установки в якості опції.



Рисунок 7.5 – Колінна подушка безпеки



Рисунок 7.6 – Центральна подушка безпеки

Бічні подушки безпеки встановлюються зазвичай в спинці переднього сидіння. Ряд автомобілів пропонують бічні подушки безпеки і на задніх сидіннях.

Найбільш просунуті бічні подушки безпеки мають двокамерну конструкцію. Вона включає більш жорстку нижню частину для захисту таза і м'яку верхню частину – для грудної клітини.

Головні подушки безпеки (інше найменування – «шторки» безпеки) служать, як випливає з назви, для захисту голови при бічному зіткненні. Вперше «шторки» безпеки почала встановлювати компанія Toyota в 1998 році. Розташовуються в залежності від моделі автомобіля в передній частині даху, між стійками і в задній частині даху. Подушки захищають пасажирів переднього і заднього рядів сидінь.

Колінна подушка безпеки захищає коліна і гомілки водія від травм. Розташовується під рульовим колесом. Вперше застосована на автомобілях Kia в 1996 році. У ряді моделей встановлюється колінна подушка безпеки переднього пасажира, яка встановлюється під речовим ящиком.

У 2009 році Toyota запропонувала **центральну подушку безпеки**, яка покликана знизити тяжкість вторинних ушкоджень пасажирів при бічному зіткненні.

Розташовується в підлокітнику переднього ряду сидінь, центральної частини спинки заднього сидіння. Центральні подушки для переднього і заднього ряду сидінь планує використовувати Mercedes-Benz в своїй системі Pre-Safe другого покоління.

В даний час подушки безпеки виходять за межі салону легкового автомобіля. Компанія Volvo з 2012 року як опцію пропонує на своїх автомобілях подушку безпеки для пішоходів.

Будова подушки безпеки.

Подушка безпеки являє собою еластичну оболонку, що наповнюється газом, газогенератор і систему управління. Сама подушка виготовляється з нейлонової тканини. Для змащення подушки безпеки використовується тальк або крохмаль, які можна спостерігати в повітрі салону при спрацьовуванні подушки.

Газогенератор служить для наповнення оболонки подушки газом. У сукупності оболонка і газогенератор утворюють модуль подушки безпеки. Конструкції газогенераторів розрізняють за формою (куполоподібні і трубчасті), за характером роботи (з одноступінчастим і двоступінчастим спрацьовуванням), за способом газоутворення (твердопаливні та гібридні).

Твердопаливний газогенератор складається з корпусу, піропатрона і заряду твердого палива. Заряд являє собою суміш азиду натрію (це безбарвна сіль азотисто-водневої кислоти, вона є газоутворюючим компонентом у багатьох системах подушок безпеки), нітрату калію і діоксиду кремнію.

Займання палива відбувається від піропатрона і супроводжується утворенням газу азоту. Гібридний газогенератор складається з корпусу, піропатрона, заряду твердого палива і газового заряду під високим тиском (стиснений азот або аргон). Наповнення подушки безпеки відбувається стисненим газом, який звільняється виштовхуючим зарядом з твердого палива.

Система управління подушками безпеки об'єднує традиційні компоненти – датчики удару, блок управління і виконавчий пристрій (піропатрон газогенератора).

Принцип дії подушок безпеки.

Активація подушок безпеки відбувається при ударі. Залежно від напрямку удару активуються лише певні подушки безпеки. Якщо сила удару перевищує заданий рівень, датчики удару передають сигнал в блок управління. Після обробки даних всіх датчиків блок управління визначає необхідність і час спрацьовування подушок безпеки і інших компонентів системи пасивної безпеки.

Залежно від типу і ступеня тяжкості аварії можуть спрацьовувати, наприклад, тільки натягувачі ременів безпеки або натягувачі ременів безпеки разом з подушками безпеки. Блок управління подає електричний сигнал для включення газогенераторів відповідних подушок безпеки. Час спрацьовування подушки безпеки становить близько 40 мс. Газогенератор забезпечує розкриття і надування газом подушки. Після зіткнення з людиною подушка розривається і здувається.

Подушки безпеки є одноразовими пристроями. У разі загоряння автомобіля (підвищення температури в салоні до 150- 200°C), всі подушки безпеки автоматично спрацьовують.

Умови спрацьовування.

Фронтальні подушки спрацьовують в наступних умовах:

- перевищення сили лобового удару заданої величини;
- наїзд на твердий міцний предмет (бордюр, край тротуару, стінка ями);
- жорстке приземлення після стрибка;
- падіння автомобіля;

- косий удар в передню частину автомобіля.

Фронтальні подушки безпеки не спрацьовують при ударі автомобіля ззаду, бічному ударі, перекиданні автомобіля.

Умовою спрацьовування бічних і головних подушок безпеки є перевищення сили бокового удару заданої величини.

Алгоритми спрацьовування подушок безпеки постійно удосконалюються і стають все складнішими. Сучасні алгоритми враховують швидкість руху транспортного засобу, швидкість його уповільнення, вагу пасажера і місце його розташування, використання ременя безпеки, а також наявність дитячого крісла.

7.3 Активні підголівники

У пасивних системах безпека шийного відділу хребта забезпечується за рахунок конструкції сидіння і підголівника. Підголівник призначений для зниження ймовірності травмування шийного відділу хребта при аварії. Розрізняють активні і пасивні підголівники.

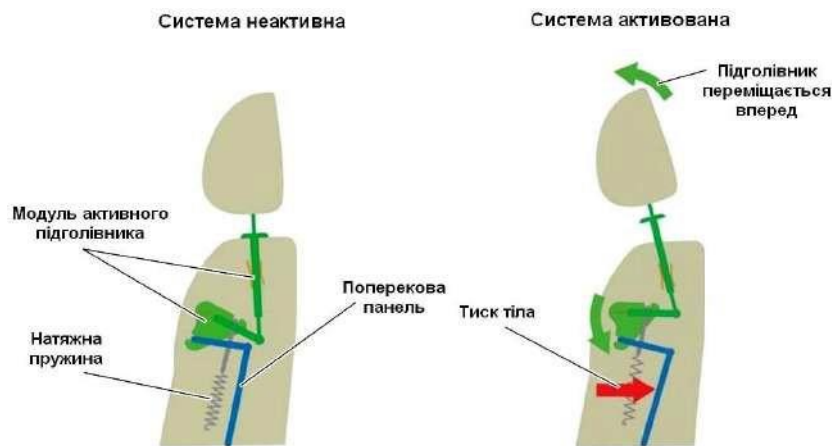


Рисунок 7.7 – Активні підголівники

Активний підголівник при аварії наближається до голови, тим самим зменшується ймовірність травмування шийного відділу хребта. Конструкція активного підголівника може мати наступні види приводу: механічний або електричний.

Механічний привід більш простий. При аварії інерційний рух людини в сидінні автомобіля передається через важільний механізм до підголівника, який переміщається до голови. Як тільки тиск на спинку сидіння знижується, пружина повертає підголівник в початкове положення.

Реалізація електричного приводу активного підголівника передбачає наявність електронної системи управління. До складу системи управління входять датчики удару, блок управління і власне механізм приводу. Основу механізму становить піропатрон з електричним запалюванням.

Датчики удару встановлюються в задній частині автомобіля. Сигнали від датчиків приймає загальний блок управління елементами пасивної безпеки. Залежно від сили і напрямку удару він регулює роботу приводу.

7.4 Аварійний розмикач акумуляторної батареї

Аварійний розмикач призначений для запобігання короткого замикання в електричній системі і можливого загоряння автомобіля.

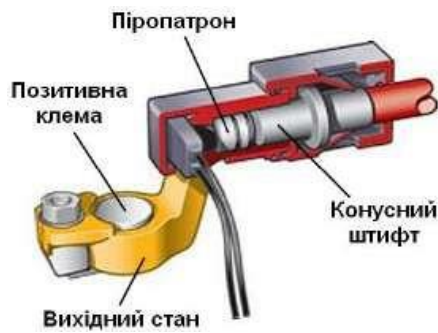


Рисунок 7.8 – Аварійний розмикач акумуляторної батареї

Аварійним розмикачем акумуляторної батареї оснащуються автомобілі, у яких акумуляторна батарея встановлена в салоні або багажному відділенні. Розрізняють конструкції аварійного розмикача у вигляді піропатрона відключення акумуляторної батареї або реле відключення акумуляторної батареї. Піропатрон відключення встановлюється на позитивній клемі акумуляторної батареї.

Піропатрон спрацьовує по команді блоку управління системи пасивної безпеки. Розмикання проводиться за рахунок газів, що виникають при спрацьовуванні піропатрона. Реле відключення спрацьовує також по команді блоку управління. Активовані при аварії піропатрон або реле підлягають заміні.

7.5 Система захисту пішоходів

Система захисту пішоходів призначена для зменшення наслідків зіткнення пішохода з автомобілем при дорожньо-транспортній пригоді. Система виробляється компаніями TRW Hodings Automotive (Pedestrian Protection System, PPS), Bosch (Electronic Pedestrian Protection, EPP), Siemens і з 2011 року встановлюється на серійні легкові автомобілі європейських виробників. Перераховані системи мають аналогічний конструкцію.



Рисунок 7.9 – Схема системи захисту пішоходів

Як будь-яка електронна система, система захисту пішоходів включає наступні конструктивні елементи: вхідні датчики, блок керування і виконавчі пристрої. В якості вхідних датчиків використовуються датчики прискорення (Remote Acceleration Sensor,

RAS). 2-3 таких датчика встановлюються в передньому бампері.



Рисунок 7.10 – Виконавчі пристрої активного капота

Додатково може встановлюватися контактний датчик. Система може працювати як з власним електронним блоком управління, так і з блоком управління системи пасивної безпеки. Кращим є використання блоку управління системи пасивної безпеки, що реалізовується за допомогою інтегрованого програмного забезпечення. Цим досягається підвищення ефективності всієї системи пасивної безпеки. Виконавчими пристроями системи захисту пішоходів виступають підйомники капота, що встановлюються з двох сторін капота паралельно руху. Підйомники мають піротехнічний або пружинно-піротехнічний привод.



Рисунок 7.11 – Активний капот системи захисту пішоходів

Принцип роботи системи захисту пішоходів заснований на відкритті капота при зіткненні автомобіля з пішоходом, чим досягається збільшення простору між капотом і частинами двигуна і відповідно зменшення травмування людини. По суті, піднятий капот виступає в якості подушки безпеки.

При зіткненні автомобіля з пішоходом датчики прискорення і контактний датчик передають сигнали в електронний блок керування. Блок управління відповідно до закладеної програми при необхідності ініціює спрацьовування піропатронів підйомників капота.

Крім представленої системи на автомобілях для захисту пішоходів використовуються наступні конструктивні рішення, що знижують травматизм при зіткненні: «м'який» капот, безкаркасні щити, м'який бампер, похилий нахил капота і вітрового скла, збільшена відстань між двигуном і капотом.

Подальшим розвитком систем захисту пішоходів є подушка безпеки для пішоходів.

7.6 Подушка безпеки для пішоходів

Подальшим розвитком системи захисту пішоходів є подушка безпеки для пішоходів (Pedestrian Airbag System), яка була представлена компанією Volvo ще в 2012 році. Система призначена для зниження ступеня пошкодження пішохода при зіткненні з автомобілем.

Подушка безпеки надувається зовні автомобіля і закриває нижню частину лобового скла і бічні стійки. Пішохідна подушка безпеки працює в тандемі з іншою системою від Volvo – системою виявлення пішоходів (Pedestrian Detection).

Подушка безпеки для пішоходів діє на швидкості від 20 до 50 км/год і не може бути відключена водієм. За статистикою більшість (75 %) дорожньо-транспортних пригод за участю пішоходів відбувається на швидкості до 40 км/год.

Подушка безпеки для пішоходів складається з наступних конструктивних елементів: датчиків зіткнення, блоку управління (модуль захисту пішохода), механізмів звільнення шарніра капота і власне подушки безпеки. В системі пішохідної подушки безпеки використовується сім датчиків зіткнення (датчиків прискорення), які встановлюються в передньому бампері автомобіля.



Рисунок 7.12 – Активний капот з подушкою захисту пішоходів

Сигнали від датчиків зіткнення постійно надходять в модуль захисту пішохода. У разі зіткнення з пішоходом, блок управління визначає ступінь тяжкості зіткнення і при необхідності активує виконавчі пристрої системи – механізми звільнення шарніра капота і подушку безпеки.

До кожного з двох шарнірів капота кріпиться механізм звільнення, що має піротехнічний привод. Механізм звільнення капота включає твердопаливний газогенератор, що спрацьовує від піропатрона. Газогенератор рухає поршень, який в свою чергу вибиває стрижень шарніра капота і звільняє кріплення капота з боку лобового скла.

Подушка безпеки для пішоходів розташовується під капотом, між ним і лобовим склом. Подушка безпеки традиційно складається з тканинної оболонки і газогенератора. Для миттєвого заповнення пристрою використовується балонний газогенератор. При спрацьовуванні подушка безпеки піднімає звільнений від кріплення капот на 10 см, чим створюються додаткові умови для захисту пішоходів – збільшується відстань між капотом і частинами.

У сукупності подушка безпеки і піднятий капот забезпечують істотне зниження травматизму при зіткненні пішохода з автомобілем.

7.7 Система захисту при з'їзді з дороги

Половина дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних зі з'їздом автомобіля з дороги, призводить до найтяжчих наслідків для водія і пасажирів. Як показує статистика, причинами з'їзду з дороги є втрата уваги, втома водія, а також погані погодні умови.

В рамках стратегії, спрямованої на створення до 2025 року абсолютно безпечного автомобіля, компанія Volvo серйозно займається проблемою з'їзду автомобіля з дороги. На серійних автомобілях вже впроваджені системи активної безпеки, що допомагають запобігти з'їзду з дороги, серед яких система допомоги руху по смузі (Lane Departure Warning System), система контролю втоми водія (Driver Alert Control).



Рисунок 7.13 – Наслідки з'їзду автомобіля з дороги

У 2014 році на автомобілі Volvo XC90 вперше запропонована система пасивної безпеки, що дозволяє значно знизити наслідки з'їзду автомобіля з дороги для людини. Система захисту при з'їзді з дороги (Run Off Road Protection) в залежності від ситуації передбачає ряд послідовних дій:

- розпізнавання з'їзду з дороги;
- натяг ременів безпеки;
- спрацьовування елементів захисту хребта;
- активація подушок безпеки;
- процедура відключення педалі гальма.

Розпізнавання з'їзду автомобіля з дороги здійснюється за допомогою спеціальних датчиків. Що це за датчики, компанія-виробник поки не розповідає, тому нам залишається тільки здогадуватися або чекати офіційного оголошення.

Якщо факт з'їзду з дороги встановлено, система активує електроприводи натягувачів ременів безпеки, які переміщують ремінь з великою швидкістю (100 мм за 0,1 с). Натяг ременя безпеки забезпечує максимальне притиснення тіла до сидіння, що в свою чергу знижує вплив від удару. Електронатягувач ременя безпеки працює до повної зупинки автомобіля.

З'їзд з дороги, як правило, супроводжується стрибком з жорстким приземленням автомобіля. Виникаючі при цьому вертикальні сили призводять до пошкодження хребта людини. Для захисту хребта в конструкції сидіння автомобіля між подушкою і рамкою сидіння встановлені спеціальні демпферні елементи, що згладжують вертикальні удари.

При зіткненні автомобіля з перешкодою (складки місцевості, дерева, малі штучні споруди) відбувається спрацьовування подушок безпеки. На заключній стадії з'їзду

автомобіля з дороги від'єднується педаль гальма, що не дозволяє скористатися гальмівною системою, і, тим самим, запобігти перекиданню.

7.8 Система екстреного виклику

Система екстреного виклику служить для автоматичного оповіщення аварійних служб про дорожньо-транспортну пригоду і своєчасного надання медичної допомоги пасажиром автомобіля. Використання системи екстреного виклику дозволяє значно скоротити рівень травматизму при дорожньо-транспортних пригодах.

Відомими системами екстреного виклику є:

- Assist Advanced eCall від BMW;
- Connect SOS від Peugeot;
- Localized Emergency Call від Citroen;
- SYNC Emergency Assistance від Ford.



Рисунок 7.14 – Система екстреного виклику у BMW

Система Assist Advanced eCall розпізнає тяжкість дорожньо- транспортної пригоди за показаннями датчиків систем активної і пасивної безпеки. Після чого вона сканує всі доступні GSM- мережі і вибирає канал для передачі SMS-повідомлення про аварію. Система автоматично зв'язується з центром екстрених викликів BMW і надає докладну інформацію про ДТП:

- точне місце розташування;
- швидкість автомобіля;
- швидкість уповільнення автомобіля;
- кількість пасажирів;
- становище автомобіля (наявність перекидання);

- кількість подушок безпеки які спрацювали;
- кількість натягувачів ременів безпеки які спрацювали.

За отриманими даними прогнозується тяжкість травм пасажирів, терміновість і обсяг надання медичної допомоги. Відразу після події, система встановлює безпосередній голосовий зв'язок між людьми в автомобілі і фахівцями колл-центру. Уточнюється характер аварії та стан пасажирів. Аварійні служби викликаються на підставі узагальнених даних. Якщо пасажирів без свідомості і не відповідають на запити, виклик аварійних служб проводиться на підставі переданих системою даних.

До місця аварії висуваються спеціалізовані автомобілі. При необхідності може використовуватися вертоліт. Паралельно вибирається найближча лікувальна установа, що відповідає типу і тяжкості отриманих травм. Виклик аварійних служб можна зробити вручну з салону автомобіля, наприклад для того, щоб попередити про подію з іншими учасниками руху.

Аналогічним чином працюють системи від Peugeot і Citroen.

На відміну від систем екстреного виклику, що використовують зв'язок з центром конкретного автовиробника за передплатою, система SYNC Emergency Assistance автоматично зв'язується безпосередньо з державною аварійною службою і при цьому абсолютно безкоштовно. Зв'язок здійснюється по мобільному телефону водія, підключеного до мультимедійної системи SYNC по Bluetooth.

Російські автомобілі планується оснащувати системою екстреного виклику на основі супутникової навігаційної системи ГЛОНАСС, що дозволяє викликати ГІБДД і службу швидкої допомоги при аварії. Конструктивно система інтегрована з навігаційною системою.

7.9 Система порятунку з затонулого автомобіля

Велика кількість аварій пов'язана з попаданням автомобіля в різні водойми – річки, озера, канали. Десятки аварій

завершуються загибеллю водія і пасажирів в результаті утоплення. Люди не можуть відкрити вікна, двері і своєчасно вивільнитися з автомобіля. Час в таких аваріях є важливим фактором порятунку.



Рисунок 7.15 – Затоплені легкові автомобілі

Найбільш завбачливі водії возять в своєму автомобілі маленький молоток, який розташовують в доступному місці. Невеличкі молоточки деколи можна побачити і в громадському транспорті, на стійках вікон (поки автобус, або тролейбус ще зовсім новий і «свідомі» громадяни ще не прихопили цей молоточок «собі на згадку»).

Невеличким молотком завжди можна скористатися при затопленні автомобіля (або навіть проти зловмисника). Але стекла сучасних автомобілів стають все міцнішими, розбити їх складніше, тому легкий молоток проблему вже не вирішує, ну а кувалду з собою возити ніхто не стане.

Тому голландські інженери розробили просту і надійну систему Rescue and Escape Guidance System (REGS), яка дозволяє водієві і пасажирам вибратися з затонулого автомобіля. Система порятунку побудована на руйнуванні бічних стекел при попаданні автомобіля в воду, чим досягається швидке і безперешкодне звільнення.



Рисунок 7.16 – Система REGS порятунку з затонулого автомобіля

Система REGS включає кілька датчиків тиску, розташованих в бічних дверях автомобіля. Кожен з датчиків взаємодіє з т.зв. активатором, який забезпечує руйнування бокового скла. Активатор кріпиться до нижнього торця скла. Конструктивно він об'єднує піропатрон і металевий ударник.

При попаданні автомобіля в воду датчик миттєво відгукується на підвищення тиску і генерує сигнал, що надходить в активатор. За сигналом спрацьовує піропатрон, який впливає на ударник. Ударник, в свою чергу, з великою силою б'є по торцю скла. Від удару в склі виникає безліч тріщин по всій поверхні. Тепер, щоб розбити скло і вивільнитися з автомобіля, потрібне мінімальне зусилля.

Додатково до розробленої системи бічні стекла можуть оснащуватися світловими смугами по краях. Світло ініціюється при контакті автомобіля з водою від датчика тиску. Цей пристрій сприяє орієнтації людей, що знаходяться в темряві або каламутній воді.

В даний час система Rescue and Escape Guidance System тестується в Нідерландах на декількох автомобілях Volvo. У перспективі саме компанія Volvo планує встановлювати цю систему на свої автомобілі.

7.9 Система захисту дверей від пошкодження

Компанія Ford представила систему захисту дверей від пошкодження Door Edge Protector. Система встановлюється в якості опції на автомобілі Ford Focus 3 з 2012 року.

Система Door Edge Protector призначена для запобігання пошкодження дверей (вм'ятини, подряпини), які можуть виникнути при їх відкритті в умовах обмеженого простору (тісне паркувальне місце, вузька вулиця, гараж). Система автоматично спрацьовує і захищає як сам автомобіль, так і транспортний засіб що стоїть поруч.

Система захисту дверей від пошкодження має просту, але ефективну конструкцію, яка за даними виробника включає всього 18 елементів і 8 рухомих частин.

Оснoву конструкції становить відкидна планка, яка встановлюється на внутрішній стороні кожної двері. При відкритті дверей планка висувається в робоче положення і охоплює найвіддаленіший виступ краю двері. Це зводить до мінімуму наслідки від

зіткнення з перешкодою. Захисна планка виготовляється зі спеціальної гумової суміші, що витримує багаторазове використання, низькі температури і створює мінімум шуму. При зносі або пошкодженні планка може бути замінена. Роботу системи захисту дверей від пошкодження забезпечує спеціальний привід. Висування захисної планки в робоче положення створює відкидна пружина.



Рисунок 7.17 – Система Door Edge Protector

Повернення протектора в вихідну позицію здійснюється за допомогою гнучкого троса (подібний трос використовується в механічному приводі зчеплення). Трос розташовується в обшивці дверей. У торці двері встановлений кінцевий вимикач. При натисканні на вимикач (закриття дверей) гнучкий трос втягує захисну планку, при звільненні вимикача (відкриття дверей) спрацьовує відкидна пружина.

Система Door Edge Protector активується при відкритті дверей на кут більше 18° , що відповідає відкриттю передніх дверей на 325 мм, задніх – на 300 мм. Час повернення захисної планки в початкове положення займає всього 0,06 с.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення того, що називається активною і пасивною безпекою?
2. В яких напрямках ведеться робота зі створення систем з контролю стану водія?
3. Яке призначення системи контролю втоми водія?
4. Як визначається настання втоми у водія?
5. Які параметри людини контролюють біометричні датчики системи контролю втоми водія?
6. Назвіть біометричні датчики що використовуються у системі оцінки навантаження водія.
7. Поясніть особливості технології Seeing Machines.
8. Для чого призначена система Алколок (Alcolock)?
9. Які варіанти застосування системи Алколок (Alcolock)?
10. Що таке превентивна система безпеки?
11. Розкажіть алгоритм роботи системи Pre-Safe від Mercedes- Benz.
12. Розкажіть алгоритм роботи системи Collision Mitigation Braking System від Honda.
13. Що являє собою система комунікації між автомобілями?
14. За якими напрямками забезпечує безпеку система комунікації?

15. Назвіть основні напрямки бездротового регулювання руху.

16. Які недоліки та невирішені проблеми є зараз в системі комунікації між автомобілями?

ТЕМА 8. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЯ

8.1 Розвиток систем автономного транспорту

Автономний транспорт є одним із ключових напрямів розвитку сучасної автомобільної електроніки та інтелектуальних транспортних систем. Його мета – забезпечення безпечного, ефективного та комфортного пересування без безпосереднього втручання водія або з мінімальною його участю.

Розвиток автономних транспортних засобів базується на інтеграції:

- систем автоматичного керування;
- сенсорних технологій;
- штучного інтелекту;
- телекомунікацій;
- високопродуктивних обчислювальних платформ.

Історичні етапи розвитку

1. Початковий етап (1950–1990)

- Ідеї автоматичного керування транспортом.
- Перші експериментальні системи автоматичного ведення.
- Використання індукційних кабелів у дорожньому полотні.

2. Етап розвитку ADAS (1990–2010)

Поява систем допомоги водію:

- ABS
- ESP
- адаптивний круїз-контроль
- система утримання в смузі
- автоматичне гальмування

Ці системи стали основою для автономного керування.

3. Сучасний етап (2010 – дотепер)

- Впровадження машинного навчання
- Лідарні системи
- Високоточна GPS-навігація
- Проекти Google Waymo, Tesla, Mercedes-Benz, Baidu

Рівні автономності (SAE J3016):

Рівень 0 – Відсутність автоматизації

Повний контроль водія.

Рівень 1 – Допомога водію

Одна функція автоматизації (круїз-контроль).

Рівень 2 – Часткова автоматизація

Керування швидкістю та рульовим управлінням одночасно.

Рівень 3 – Умовна автономія

Автомобіль керує самостійно, але водій повинен бути готовий втрутитися.

Рівень 4 – Висока автономія

Автомобіль працює автономно в певних умовах.

Рівень 5 – Повна автономія

Повністю автономне керування за будь-яких умов.

Основні технологічні компоненти:

1. Сенсорна система

- Камери
- Радари
- Лідари
- Ультразвукові датчики
- IMU (інерційні датчики)

2. Обчислювальна система

- Потужні процесори (GPU, AI-чіпи)
- Бортові комп'ютери
- Алгоритми штучного інтелекту

3. Система локалізації

- GPS + RTK
- HD-карти
- SLAM-алгоритми

4. Виконавчі механізми

- Електропідсилювач керма
- Електронне гальмування
- Drive-by-wire системи

Алгоритмічна структура автономного керування

1. Сприйняття (Perception)

2. Розпізнавання об'єктів, пішоходів, розмітки.

3. Локалізація (Localization)

4. Визначення положення автомобіля.

5. Планування (Planning)

6. Розрахунок траєкторії руху.

7. Керування (Control)

8. Формування керуючих впливів.

Переваги автономного транспорту

- Зменшення кількості ДТП
- Підвищення мобільності
- Зменшення заторів
- Енергоефективність
- Оптимізація логістики

Проблеми та виклики:

1. Технічні

- Робота в складних погодних умовах
- Надійність сенсорів
- Відмовостійкість систем

2. Юридичні

- Відповідальність за ДТП
- Стандарти сертифікації
- Страхування

3. Етичні

- Прийняття рішень у критичних ситуаціях
- Захист персональних даних

4. Кібербезпека

- Захист від хакерських атак
- Безпечний обмін даними V2X

Технологія V2X

Vehicle-to-Everything включає:

- V2V (авто–авто)
- V2I (авто–інфраструктура)
- V2P (авто–пішохід)
- V2N (авто–мережа) Технології:
- DSRC
- C-V2X
- 5G

Роль штучного інтелекту

- Нейронні мережі
- Глибинне навчання
- Комп'ютерний зір
- Прогнозування поведінки інших учасників руху

Перспективи розвитку

- Інтеграція з «розумними містами»
- Роботаксі
- Автономні вантажівки
- Безпілотний громадський транспорт
- Повна електрифікація

Розвиток автономного транспорту є комплексним процесом, що поєднує досягнення в галузі автоматичного керування, електроніки, телекомунікацій та штучного інтелекту.

Попри значні технологічні досягнення, повна автономність (рівень 5) потребує подолання технічних, правових та етичних бар'єрів.

Автономний транспорт майбутнього стане ключовим елементом інтелектуальних транспортних систем і суттєво змінить структуру мобільності суспільства.

8.2 Вплив штучного інтелекту на розвиток систем безпеки

Стрімкий розвиток штучного інтелекту (ШІ) суттєво трансформував підходи до побудови сучасних систем безпеки. Якщо раніше безпека базувалася переважно на жорстко запрограмованих алгоритмах та механічних рішеннях, то сьогодні вона дедалі більше спирається на адаптивні, самонавчальні та прогностичні моделі.

У транспортній галузі, зокрема в автомобільній електроніці, ШІ став ключовим інструментом підвищення активної, пасивної та кібербезпеки.

Поняття штучного інтелекту в системах безпеки. Штучний інтелект – це сукупність методів і алгоритмів, що дозволяють системам:

- аналізувати великі обсяги даних;
- розпізнавати образи та події;
- прогнозувати розвиток ситуації;
- приймати рішення в умовах невизначеності;
- адаптуватися до змін середовища. Основні технології ШІ:
- машинне навчання (ML);
- глибинне навчання (Deep Learning);

- нейронні мережі;
- комп'ютерний зір;
- обробка природної мови.

Вплив ШІ на активні системи безпеки:

1. Розширені системи допомоги водію (ADAS)

ШІ використовується для:

- розпізнавання дорожніх знаків;
- виявлення пішоходів;
- утримання в смузї руху;
- адаптивного круїз-контролю;
- автоматичного екстреного гальмування. Нейронні мережі дозволяють:
- аналізувати відеопотік у реальному часі;
- розпізнавати складні дорожні сценарії;
- прогнозувати поведінку інших учасників руху.

2. Прогнозування аварійних ситуацій

ШІ аналізує:

- швидкість руху;
- дистанцію до об'єктів;
- траєкторію;
- погодні умови;
- стиль керування.

На основі цих даних система може:

- попереджати водія;
- самостійно коригувати рух;
- активувати превентивні заходи.

Вплив ШІ на пасивну безпеку:

1. Інтелектуальні системи SRS. ШІ дозволяє:

- аналізувати силу та напрямок удару;
- визначати вагу та положення пасажира;
- адаптувати силу спрацювання подушок безпеки;
- оптимізувати натяг ременів.

2. Аналіз стану водія. Системи моніторингу водія (Driver Monitoring System):

- визначають втому;
- аналізують напрям погляду;
- фіксують ознаки відволікання;
- розпізнають ознаки сонливості.

ШІ в автономному транспорті. У автономних автомобілях ШІ є основою функціонування:

1. Сприйняття середовища (Perception)
2. Локалізація
3. Планування траєкторії
4. Керування

Без алгоритмів глибокого навчання реалізація автономності 4–5 рівня була б неможливою.

Кібербезпека та ШІ. ШІ застосовується для:

- виявлення аномальної поведінки в мережі CAN;
- захисту від кібератак;
- аналізу підозрілих команд;

- прогнозування спроб несанкціонованого доступу.

Водночас виникає нова проблема – можливість атак на самі алгоритми ШІ (adversarial attacks).

Переваги використання ШІ у системах безпеки

- Підвищення точності розпізнавання загроз
- Адаптація до різних умов експлуатації
- Зменшення людського фактора
- Прогностичний характер безпеки
- Обробка великих масивів даних у реальному часі

Ризики та виклики:

1. Технічні

- Помилки навчання моделей
- Недостатня якість даних
- Переобучення нейронних мереж

2. Етичні

- Прийняття рішень у критичних ситуаціях
- Визначення пріоритетів безпеки

3. Юридичні

- Відповідальність за помилки алгоритму
- Сертифікація систем із ШІ

4. Проблема «чорної скриньки»

Багато моделей ШІ складно пояснити, що ускладнює:

- аудит систем;
- сертифікацію;
- юридичну відповідальність.

Перспективи розвитку

- Інтеграція ШІ з V2X-комунікацією
- Самонавчальні автомобільні системи
- Хмарна аналітика безпеки
- Об'єднання даних від мільйонів транспортних засобів
- Використання квантових обчислень у складних моделях

Штучний інтелект став фундаментальною технологією розвитку сучасних систем безпеки. Він переводить безпеку з реактивного рівня на проактивний, дозволяючи не лише реагувати на небезпеку, а й прогнозувати її виникнення.

Разом із тим, впровадження ШІ потребує вирішення питань надійності, кіберзахисту, етики та нормативного регулювання.

У перспективі системи безпеки на основі ШІ стануть ключовим елементом повністю автономного транспорту та інтелектуальних транспортних систем майбутнього.

8.3 Вплив нових стандартів безпеки на автомобільну індустрію

Сучасна автомобільна індустрія перебуває під значним впливом міжнародних стандартів безпеки, які постійно оновлюються у відповідь на розвиток технологій, зростання інтенсивності дорожнього руху та підвищення вимог до захисту життя і здоров'я людини.

Нові стандарти безпеки впливають не лише на конструкцію транспортних засобів, а й на організацію виробництва, розробку електронних систем, програмного забезпечення та процес сертифікації автомобілів.

Поняття стандартів безпеки

Стандарти безпеки – це нормативні документи, що визначають обов’язкові або рекомендовані вимоги до:

- конструкції автомобіля;
- систем активної та пасивної безпеки;
- електронних компонентів;
- функціональної безпеки програмного забезпечення;
- кіберзахисту транспортних засобів.

Основні міжнародні стандарти

1. ISO 26262 – Функціональна безпека

Регламентує:

- управління ризиками;
- визначення рівнів ASIL (Automotive Safety Integrity Level);
- життєвий цикл розробки безпечного ПЗ та апаратного забезпечення. Вплив:
- обов’язкове впровадження аналізу небезпек (HARA);
- суворі документація;
- зміна процесів розробки електроніки.

2. UNECE R155 та R156 – Кібербезпека та оновлення ПЗ

R155 – система управління кібербезпекою (CSMS).

R156 – система управління оновленнями ПЗ (SUMS).

Вплив:

- обов’язковий захист від хакерських атак;
- контроль OTA-оновлень;
- нові вимоги до архітектури автомобільної мережі.

3. Euro NCAP

Незалежна програма оцінки безпеки автомобілів. Нові вимоги:

- обов’язкове автоматичне гальмування;
- моніторинг уваги водія;
- захист вразливих учасників руху;
- оцінка кібербезпеки.

4. SAE J3016

Стандарт класифікації рівнів автономності (0–5). Вплив:

- формування вимог до систем автономного керування;
- регулювання відповідальності виробника.

Вплив на конструкцію автомобіля

1. Розвиток активної безпеки

Нові стандарти стимулюють впровадження:

- ADAS;
- систем автоматичного гальмування;
- адаптивного круїз-контролю;
- систем утримання в смузі.

2. Посилення пасивної безпеки

- багатоступеневі подушки безпеки;
- адаптивні ремені;
- інтелектуальні SRS;
- жорсткіші вимоги до краш-тестів.

Вплив на електронну архітектуру. Нові вимоги спричинили:

- перехід від розподіленої архітектури до зональної;

- збільшення кількості датчиків;
- впровадження потужних обчислювальних платформ;
- розвиток систем резервування (redundancy).

Вплив на програмне забезпечення. Сучасний автомобіль містить мільйони рядків коду. Нові стандарти вимагають:

- суворого контролю якості ПЗ;
- формальної верифікації;
- тестування сценаріїв відмов;
- кіберзахисту комунікацій.

Програмне забезпечення стає ключовим елементом безпеки.

Економічний вплив

1. Зростання витрат

- збільшення витрат на НДДКР;
- дорожчі сертифікаційні процедури;
- необхідність кіберзахисту.

2. Підвищення конкурентоспроможності

Автомобілі з високим рівнем безпеки:

- отримують вищий рейтинг;
- краще продаються;
- підвищують довіру споживачів.

Вплив на виробничі процеси

- впровадження стандартів якості (IATF 16949);
- цифровий контроль виробництва;
- трасованість компонентів;
- управління ризиками на всіх етапах життєвого циклу.

Кібербезпека як новий напрям. Зростання підключених автомобілів призвело до:

- впровадження шифрування;
- сегментації мереж CAN, Ethernet;
- систем виявлення вторгнень (IDS);
- захисту OTA-оновлень.

Кібербезпека стає таким самим важливим фактором, як механічна безпека.

Вплив на автономний транспорт. Нові стандарти:

- визначають межі відповідальності;
- регламентують тестування автономних систем;
- встановлюють вимоги до резервування;
- формують правове поле для безпілотників.

Виклики для автомобільної індустрії

- швидкість змін стандартів;
- глобальна гармонізація вимог;
- дефіцит фахівців з функціональної безпеки;
- складність інтеграції апаратного та програмного забезпечення.

Перспективи розвитку

- посилення вимог до автономності;
- інтеграція штучного інтелекту;
- розвиток стандартів кіберзахисту;
- стандарти для електромобілів та батарей;
- глобальна цифрова сертифікація.

Нові стандарти безпеки суттєво трансформують автомобільну індустрію. Вони стимулюють:

- розвиток інновацій;
- цифровізацію виробництва;
- підвищення ролі програмного забезпечення;
- інтеграцію кібербезпеки;
- формування нової архітектури транспортних засобів.

Безпека стає стратегічним фактором конкурентоспроможності та ключовим напрямом розвитку сучасного автомобілебудування.

Запитання для самоконтролю

1. Які основні етапи розвитку автономного транспорту можна виділити та чим вони характеризуються?

2. Поясніть класифікацію рівнів автономності згідно зі стандартом SAE J3016.

3. Які сенсорні системи використовуються в автономних транспортних засобах і яку функцію виконує кожна з них?

4. Опишіть алгоритмічну структуру автономного керування (Perception–Localization–Planning–Control).

5. Яку роль відіграє штучний інтелект у сучасних системах ADAS?

6. Як ШІ використовується для прогнозування аварійних ситуацій?

7. У чому полягає вплив ШІ на розвиток пасивних систем безпеки (SRS)?

8. Які ризики пов'язані з використанням нейронних мереж у системах безпеки автомобіля?

9. Яке значення має стандарт ISO 26262 для розробки електронних систем автомобіля?

10. У чому полягає вплив регламентів UNECE R155 та R156 на архітектуру сучасного автомобіля?

11. Як нові стандарти безпеки змінюють електронну та програмну архітектуру транспортних засобів?

12. Яким чином посилення вимог безпеки впливає на конкурентоспроможність виробників автомобілів?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артюх О. М. Електронні системи керування транспортними засобами: конспект лекцій для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») усіх форм навчання. Частина 1-6: Розвиток електричних систем автомобіля / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина / Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 566 с.

2. Бажинова Т. О.; Туранський Д. О. Інформаційні системи безпеки автомобіля. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація», 10 грудня 2021 р., Харків: ДБТУ, 2021. С. 155.

3. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Кужель В. П. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 104 с.

4. Moroz, S., Tkachuk, A., Khvyshchun, M., Prystupa, S., Yevsiuk, M.: Methods for Ensuring Data Security in Mobile Standards. Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce I Ochronie Środowiska, 12(1), 4-9 (2022).

5. Лишук В. В., Заблоцький В. Ю., Приступа С. О., Мороз С. А., Євсюк М. М. Дослідження мехатронної системи «перетворювач частоти-асинхронний двигун-автомобільний генератор». Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк, 2024. Випуск № 58. С.127-135.

6. Мороз С. А., Якимчук Н. М., Селепина Й.Р., Чалий В. Д.. Розвиток NFC та RFID: використання індуктивних антен у сучасних пристроях ближньої дії. Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк, 2024. Випуск № 56. С.363-368.

7. Мороз С.А., Калесь О.О. Аналіз побудови та функціонування тензометричної охоронної системи. Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк, 2022. Випуск № 46. С.29-35.

8. Мороз С.А., Шендерук Д.В. Дослідження роботи системи безконтактного керування пристроями на основі технології NFC. Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк, 2022. Випуск № 46. С.64-69.

9. Як працюють сучасні системи безпеки автомобіля? URL: <https://www.moje-auto.pl/uk/%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D1%96/%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8/%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B8-%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F/> (дата звернення 08.02.2026 р.).

10. Як це працює: активна безпека в автомобілях. URL: <https://ncars.com.ua/media/iak-tse-pratsiuie-aktyvna-bezpeka-v-avtomobiliakh/> (дата звернення 01.02.2026 р.).

11. Seiffert, U. W.; Gonter, M. Integrated Automotive Safety Handbook. URL: <https://www.scribd.com/document/415595553/Automotive-Safety-Handbook-pdf> (дата звернення 08.02.2026 р.).

Електронні системи безпеки автомобілів. Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації (G Інженерія, виробництво та будівництво), спеціальності 171 Електроніка (G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка), денної та заочної форм навчання / уклад. С. А. Мороз. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 140 с.

Друкується в авторській редакції

Підп. до друку «__»_____2026 р.
Формат 60x84/16. Папір офс.
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. ____.
Тираж ____ прим.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ВІП ЛНТУ