

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

УДК 629.3.083:004

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

д.т.н., професор

Братішко В.В.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту

імені М.П.Момотенка

Роговський І.Л.

“ ” 2023 р. “ ” 2023 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення техекспертизи інтелектуальної системи
допомоги водію на автомобілях категорії М1»

Спеціальність – 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, проф.

Войтюк В.Д.

«підпис»

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Шатров Р.В.

Виконав

Білобжицький С.В.

«підпис»

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка,

І.І.Роговський

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Білобжицькому Сергію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення техекспертизи інтелектуальної системи допомоги водію на автомобілях категорії M1»

затвержені наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 року №1944 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2023 р.

Вихідні дані до роботи:

Науково – технічна література, результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах техекспертизи інтелектуальної системи допомоги водію на автомобілях

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Стан питання передумови створення інтелектуальних систем допомоги водієві
2. Існуючі та розроблювані інтелектуальні системи допомоги водієві ADAS
3. Перспективи застосування інтелектуальних систем допомоги водію в автомобілях daewoo

Дата видачі завдання 18.09.2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Р.В. Шатров
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

С.В. Білобжицький
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 97 стор. машинотипного тексту.

Ключові слова: технічне обслуговування, дорожньо-транспортна пригода, методика, технічна експлуатація, конструкція автомобіля, статистика, ремонт, параметр, дослід, ефективність.

Обґрунтування теоретичних положень та аргументація висновків здійснювалися автором на основі загальноновизнаних принципів поєднання історичного та логічного, загального та приватного. Реалізація поставлених у

роботі задач зажадала застосування діалектико-матеріалістичного, аналітичного, історичного, порівняльного, статистичного та інших методи дослідження.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що це перше наукове дослідження монографічного характеру, присвячене аналізу перспектив впровадження систем допомоги водієві (ADAS) на автомобілях DAEWOO.

Вперше проведено детальний аналіз даних дорожньо-транспортних пригод (ДТП) В результаті дослідження автором вперше зроблено спробу аналізу діючих систем допомоги водієві (ADAS) з фактом та прогнозом застосування їх

на автомобілях сімейства DAEWOO та розрахунком середньої споживчої вартості даних систем, можливих до обов'язковому впровадженню у найближчій перспективі.

ВСТУП	5
1. СТАН ПИТАННЯ	8
1.1 Аналіз статистики дорожньо-транспортного травматизму	8
1.2 Передумови створення інтелектуальних систем допомоги водієві	14
2. ІСНУЮЧІ ТА РОЗРОБЛЮВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ДОПОМОГИ ВОДІЄВІ ADAS	18
2.1. Класифікація існуючих інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS	18
2.2. Місце інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS в автомобілях майбутнього на думку інженерів світового автопрому	60
3. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ДОПОМОГИ ВОДІЮ В АВТОМОБІЛЯХ DAEWOO	66
3.1. Аналіз застосування інтелектуальних систем допомоги водію ADAS на автомобілях DAEWOO	66
3.2. Споживча оцінка існуючих систем інтелектуальної допомоги водієві ADAS	69
3.3. Оцінка можливості розширення застосування інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS на автомобілях DAEWOO	76
3.4. Аналіз середньої споживчої вартості систем ADAS, можливих до обов'язкового впровадження в найближчій перспективі	88
ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	92

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У вересні 2015 р. глави держав, які зібралися на Генеральній Асамблеї Організації Об'єднаних Націй, прийняли історичні цілі в області сталого розвитку (ЦСР) [1]. У завдання, що відносяться до ЦУР, включається скорочення вдвічі до 2020 р. числа випадків смерті та травм у результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Постанова така амбітна завдання зі скорочення смертності внаслідок ДТП є важливим кроком по дорозі підвищення безпеки дорожнього руху. Це свідчить про зростання визнання величезних втрат у результаті дорожньо-транспортного травматизму.

ДТП є однією з основних причин смерті у глобальних масштабах та основною причиною смерті серед людей у віці 15–29 років.

Згідно прогнозів, при відсутності послідовних контрзаходів до 2030 р. ДТП стануть сьомою за значимістю причиною смерті людей. Щороку внаслідок дорожньо-транспортних аварій обривається життя 16 тисяч людей. Від 20 до 50 тисяч людей отримують не смертельні травми, багато з яких призводять до інвалідності.

Одним із заходів, що дозволяють знизити смертність і травматизм, є, зокрема, впровадження нових систем активної та пасивної безпеки.

Ступінь наукової розробленості теми дослідження. Серед дослідників, які присвятили свої праці питанням активної та пасивної безпеки автомобіля, можна назвати Б. В. Кісуленко, Белу Барені, Густава Дезі Лебе, Нільса Івара Боліна та ін.

Теоретичну основу дослідження склали праці відомих фахівців та науковців у галузі активної та пасивної безпеки автомобіля, в яких торкаються питання, які є об'єктом справжнього дослідження.

Основний вплив на формування теоретичних висновків, зроблених автором, надали роботи вітчизняних та зарубіжних дослідників.

Об'єктом дослідження є пасивна та активна безпека автомобіля.

Предметом дослідження є інтелектуальні системи допомоги водієві (ADAS).

Метою дослідження є запобігання дорожньо-транспортних пригод та/або зниження тяжкості їх наслідків, в том числі за рахунок впровадження в конструкцію автомобіля сучасних конструктивних рішень, інтелектуальних систем допомоги водієві (ADAS).

Відповідно до поставленої мети визначено основні **завдання** дослідження:

- вивчення історії питання щодо появи систем допомоги водію;
- розгляд основних теоретичних підходів до визначення поняття та сутності активної та пасивної безпеки автомобіля;

- аналіз дослідження статистики дорожньо-транспортного травматизму, причин дорожньо-транспортних травм
- виявлення існуючих систем допомоги водієві (ADAS);

- проведення опитування споживачів щодо ставлення до існуючим системам ADAS та власної пропозиції за даними систем;

- проведення критичного аналізу в частині переваг та недоліків існуючих систем допомоги водієві (ADAS);

- аналіз конструкції автомобілів DAEWOO з погляду оснащення системами активної та пасивної систем безпеки водія, пасажирів та пішоходів;

- визначення можливості та шляхів впровадження інтелектуальних систем допомоги водію в конструкцію автомобіля DAEWOO.

Методологічна основа дослідження. Обґрунтування теоретичних положень та аргументація висновків здійснювалися автором на основі загальноновизнаних принципів поєднання історичного та логічного, загального та приватного. Реалізація поставлених у роботі задач зажадала застосування діалектико-матеріалістичного, аналітичного, історичного, порівняльного, статистичного та інших методи дослідження.

Нормативну основу дослідження склали документи Організації Об'єднаних Націй, Митного Союзу, оціночні показники Euro NCAP, ARCAP.

Наукова новизна дослідження. Наукова новизна дослідження полягає в тому, що це перше наукове дослідження аналітичного характеру, присвячене

аналізу перспектив впровадження систем допомоги водієві (ADAS) на автомобілях DAEWOO. Вперше проведено детальний аналіз даних дорожньо-транспортних пригод (ДТП). В результаті дослідження автором вперше зроблено спробу аналізу діючих систем допомоги водієві (ADAS) з фактом та прогнозом застосування їх на автомобілях сімейства DAEWOO та розрахунком середньої споживчої вартості даних систем, можливих до обов'язковому впровадженню у найближчій перспективі.

Практична значимість роботи у тому, що її результати вже використовуються при проектуванні наступних та модернізації існуючих поколінь автомобілів DAEWOO.

1. СТАН ЦИТАННЯ

1.1. Аналіз дослідження статистики дорожньо-транспортного травматизму

За даними статистики Всесвітньої Організації охорони здоров'я (ВООЗ) у період з 2011 по 2022 роки. основними хворобами, які несли більше всього людських життів, стали ішемічна хвороба серця, інсульт, респираторні інфекції нижніх дихальних шляхів та ускладнення перинатального періоду. Однак варто зауважити, що дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), як одна з причин смертності людей у всьому світі, постійно входять до десятки такого рейтингу.

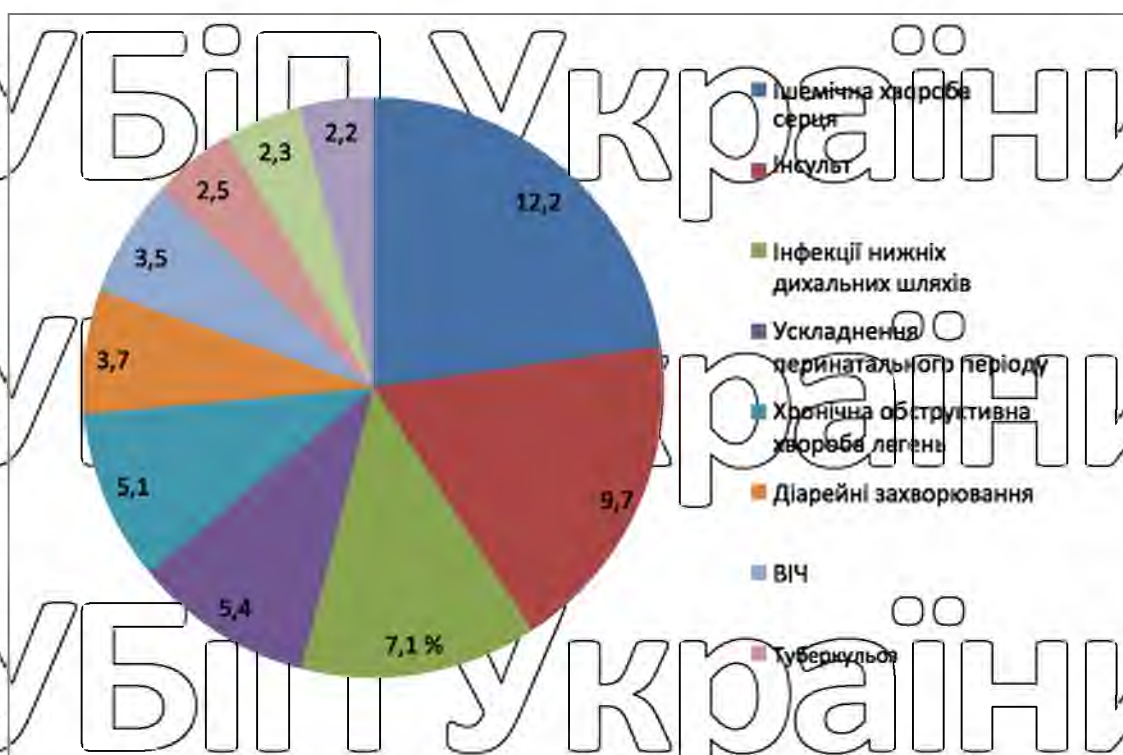


Рис. 1.1 – Десять основних причин смерті людей у всьому світі за 2011-2022 рр. (У процентному співвідношенні) [1].

Якщо звернутися до статистики причин смертності в Україні за останні три роки, у період з 2018 по 2022 рр., ми отримаємо наступні результати:

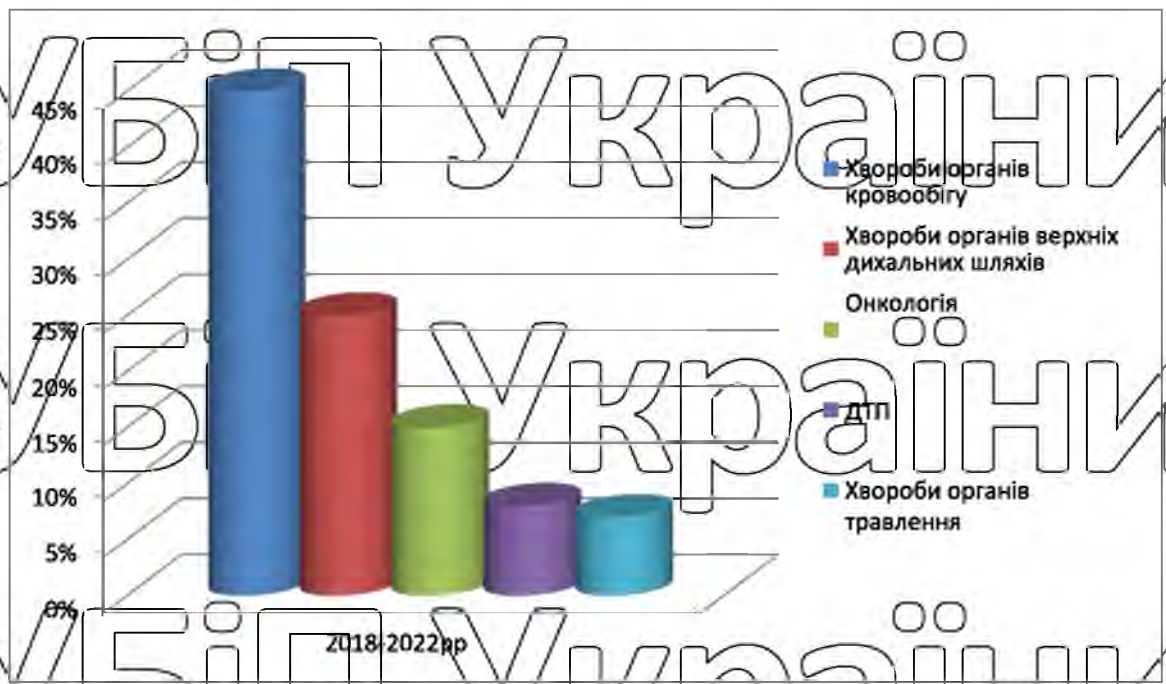


Рис. 1.2 - Топ-5 причин смерті людей в Україні за 2018-2022 р.р.

(У відсотковому співвідношенні) [1].

Як видно з отриманих результатів, смертність від наслідків ДТП дуже висока: кілька останніх років поспіль вона утримується у п'ятірці найпоширеніших причин смертності в Україні. Безпека дорожнього руху в Україні на сьогоднішній день є однією з найсерйозніших проблем у країні. Якщо звернутися до часів кінця минулого століття, коли вантажного транспорту в порівнянні з іншими країнами було небагато, як легкового транспорту, смертність у внаслідок дорожньо-транспортної пригоди завжди перебувала у перших рядках рейтингу вже з 1960-х років разом із масовими в ті роки пожежі.

Якщо звернутися до сучасної статистики, то виявляється дякаючий факт: щорічно в Україні трапляється приблизно 160 000 дорожньо-транспортних пригод (ДТП), які у свою чергу постраждало більше як 26000 людей, із смертельними наслідками – більше 3500 людини, травмованих – більше 3000 чоловік. Кожне з таких ДТП відбувається в результаті однієї або кількох взаємопов'язаних причин.

Звернемося до офіційних даних від ДІС за 2014-2021 роки. [3].

СМЕРТНІСТЬ НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ У 2014-2021 РР.

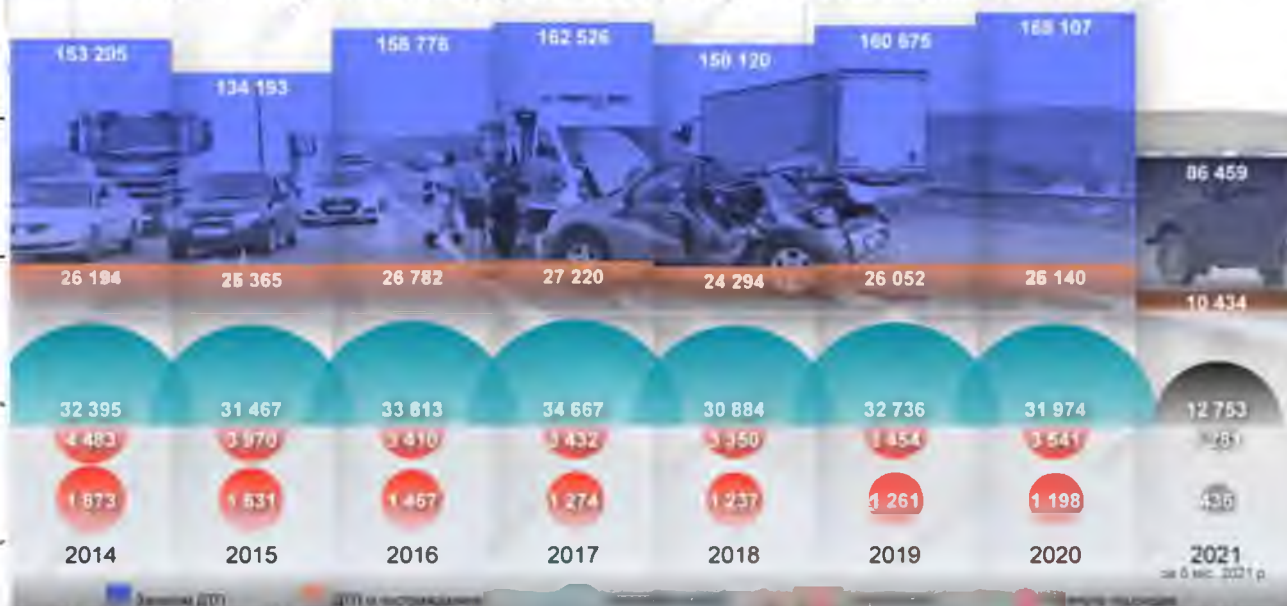


Рис. 1.3 – Аналіз даних з ДТП за 2014-2021 рр



Рис. 1.4 – Частка ДТП з постраждалими за видами пригод на дорогах державного значення

Таблиця 1.1 Аналіз даних ДТП за 2014-2021 мм.

Розподіл типів ДТП :

- зіткнення
- перекидання
- наїзд на стоячий ТЗ
- наїзд на перешкода
- наїзд на пішохода
- наїзд на велосипедиста
- наїзд на тварина
- інші види

Розподіл основних вражаючих факторів водія та пасажирів у ДТП :

- динамічний удар, спричинений практично миттєвою зупинкою ТЗ
- удар об елементи інтер'єру
- вплив газів, що виділяються, і високої температури у разі пожежі
- вплив небезпечних речовин при аварії ТЗ, що перевозить небезпечні вантажі

Розподіл основних причин ДТП :

- порушення правил дорожнього руху, у т.ч. ч.:
- алкогольне та наркотичне сп'яніння
- перевищення допустимої швидкості руху
- використання несправного ТЗ
- втома водія
- несанкціоноване використання ТЗ особам, які не мають посвідчення на право управління
- використання ТЗ особами, які мають протипоказання до управління ТЗ
- складні погодні умови
- погана якість дорожнього покриття
- відволікання та розмови по мобільному телефону
- відволікання на розмову з пасажирами
- куріння за кермом
- вживання їжі за кермом
- управління електронними пристроями (радіо, CD-програвач та тощо)
- відволікання на керування медіасистемою
- зосередження уваги на прослуховуванні мелодії, радіопередачі
- тварини в автомобілі
- взуття на високому підборах
- і т.д.

Розподіл числа загиблих за категоріями учасників дорожнього руху за частотою:

ВОДИІ

- пішоходи
- пасажери
- інші

Розподіл ДТП з найбільшої тяжкості наслідків при зіткненні:

залізничний склад з ТЗ

- наїзд МС на велосипедиста та на пішохода

Пік аварійності ДТП:

- від 17 до 19 годин

Найвищий тягар наслідків за часом/дів:

- від 01.00 до 06.00 годин

Розподіл по самим аварійним дням тижня:

- п'ятниця
- субота

неділя

Розподіл місяців за найбільшою кількістю ДТП:

- Серпень
- вересень
- жовтень

листопад

Розподіл по місяцям найчастішого вчинення ДТП:

- сільський населений пункт
- селище міського типу
- місто обласного значення

Розподіл числа ДТП з покриття доріг:

- асфальтобетонне
- цементобетонне

Розподіл числа ДТП на ділянках доріг:

- горизонтальні прямі
- перехрестя

Таблиця 1.2 – Аналіз даних ДТП за 2014-2022 рр., що відбулися з вини

ВОДІЯ

Основні винуватці ДТП	- водії ТЗ в 2/3 від усіх ДТП
Час здійснення найбільшої кількості ДТП з вини водія	- перша година перебування за кермом
Вік водіїв, найчастіше винних у ДТП	- 19-28 років
Вік водіїв через провину яких настали найважчі наслідки ДТП	- Старше 45 років
Основна причина втраті водіїв	- стан алкогольного сп'яніння
Розподіл типів ДТП з вини нетверезих водіїв	зіткнення - наїзд на перешкода - перекидання

Таблиця 1.3 – Аналіз даних ДТП за 2014-2022 рр. з участю пішоходів

Види порушень правил дорожнього руху пішоходами	- перехід проїжджої частини до невлаштованому місці - нетверезе стан - раптова поява на проїжджій частині через об'єкти, що обмежують оглядовість
Місця скоєння ДТП з пішоходами	• зупинка громадського транспорту • нерегульований пішохідний перехід • нерегульований перехрестя - регульований пішохідний перехід - регульований перехрестя
Імовірність смертельного результату для пішоходів від час зіткнення з автомобілем	- за 64 км/год - 88% - при 48 км/год - 45% - за 32 км/год - 5 %

Таблиця 1.4 - Аналіз даних ДТП за 2014-2022 рр. за гендерною ознакою

Жінки-водії відносно частіше потрапляють у ДТП, ніж водії-чоловіки. Відносно більш тяжкі наслідки у ДТП, де винуватець аварії водій - Чоловік	
Основні причини скоєння ДТП водіями-жінками	• недотримання правил перебудови та маневрування • недосвідченість (стаж водіння від 0 до 3 років) • неуважність
Основні причини скоєння ДТП водіями-чоловіками	- водіння у стані алкогольного сп'яніння - порушення іввідмісного режиму - недосвідченість (стаж водіння від 0 до 1 року)

Таблиця 1.5 - аналіз даних ДТП за 2000-2017 рр. в Україні по дітям-

учасникам ДТП

Відсоток участі дітей у всіх ДТП	- 10-12%
Відсоток вищі дітей у ДТП з участю дітей	- у 50%
Найчастіші причини ДТП з участю дітей	- перехід проїжджої частини поза встановленими місцями - несподівана поява перед рухомими ТЗ
Найбільш небезпечний дитячий вік через участь у ДТП	- - 8-11 років
Розподіл числа загиблих дітей за категоріями учасників	- пасажирів - пішоходів - інші

Як можна помітити, тенденція збільшення ДТП певним чином пов'язана із збільшеним парком, але при цьому тенденція зниження смертельних випадків обумовлено в тому числі розвитком систем активної та пасивної безпеки. Чималу роль тут відіграють впроваджені у конструкцію автомобіля інтелектуальні системи допомоги водію, що дозволяють знизити негативні наслідки широкої автомобілізації у нашій країні, а також тенденція збільшення автопарку в країні змушує споживача вибрати найбільш безпечні транспортні засоби, своєю чергою автовиробники, намагаючись задовольнити запит споживача, прагнуть розробляти та вдосконалювати системи безпеки.

1.2. Передумови створення систем допомоги водію

Перші передумови створення системи допомоги водієві можна побачити на автомобілі Cadillac Cyclone 1959 одного з останніх автомобілів, спроектованих легендарним Харлі Ерлом (засновником та керівником відділу дизайну General Motors з 1927 по 1959 рік). "Циклон" став експериментом у використанні футуристичного стилю і нових технологій концерном Cadillac [4]. Білл Мітчелл, як віце-президент і відповідальний за сам дизайн, наполягав на тому, щоб усунути хвостові плавці, перемістити задні фари на кінчики заднього бампера, пластиковий верх був видалено, а перлинно-біла стандартна фарба було замінено на срібло. З того часу автомобіль став відомий як концепт Cadillac Cyclone XP-74 1964 року. Серед його передових технічних рішень

радіолокаційний пристрій, розташований у двох чорних конусах, що знаходяться на носі автомобіля. Пристрій сканує дорогу і попереджає самого водія про перешкоди на своєму шляху та можливих зіткненнях. Воно попереджає водія як звуковим сигналом, так і та сигнальною лампою, якщо об'єкт перебуває на шляху руху автомобіля. Можна собі уявити, яка це була новинка у 50-ті, адже й зараз така функція присутня тільки на авто преміум-класу та відома як складова частина системи ADAS. Слід відзначити, що двері на концепт Cadillac Cyclone XP-74 зсуваються в сторони автоматично, натисканням кнопки, а не механічним шляхом.



Рис. 1.1 - Cadillac Cyclone 1959 [4].



Рис. 1.2 - Видно, куди їде дах [4].

Висновки з першого розділу

1) Проведено аналіз та статистику дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків.

2) Дорожньо-транспортні пригоди є однією з Основні причини загибелі людей. Вони відбуваються з багатьох причин, серед яких є як технічні, і людські чинники. Аварія може статися з вини втомленого водія через перевищення допустимої швидкості чи несправності гальмівної системи. Однак на ризик потрапити до ДТП часто впливають сторонні фактори - такі як день тижня, складні погодні умови та якість асфальтового покриття.

3) Сформовано розподіл ДТП по:

- типам
- основним вражаючим факторам водія та пасажирів
- основним причин
- найбільшій тяжкості наслідків при зіткненні
- пік аварійності ДТП
- тяжкості наслідків за часом діб
- найаварійнішим дням тижня
- місяцям найбільшої кількості ДТП
- місяцям найчастішого вчинення ДТП
- числу ДТП з покриття доріг
- числу ДТП по ділянках доріг
- основним винуватцям ДТП
- часу скоєння ДТП з вини водія
- віку водіїв, найчастіше винних у ДТП
- віку водіїв, через провину яких настали найбільше важкі наслідки
- основна причина винності водіїв
- видам ДТП з вини нетверезих водіїв
- видам порушень правил дорожнього руху пішоходами
- місяцям скоєння ДТП з пішоходами
- ймовірності смертельного результату для пішоходів під час

зіткнення з автомобілем

- з гендерного ознакою
- з основних причин скоєння ДТП водіями-жінками
- з основних причин скоєння ДТП водіями-чоловіками
- відсотку участі дітей у всіх ДТП

- відсотку провини дітей у ДТП за участю дітей
- причину ДТП за участю дітей
- найбільш небезпечному дитячому віку через участь у ДТП
- числу загиблих дітей за категоріями учасників

4) Виявлення факторів, що значно впливають на ризик дорожньо-транспортної пригоди під час вирішення завдання підвищення безпеки на дорогах має розглядатися як пріоритетна завдання.

5) На сьогоднішній день провідні світові автовиробники проводять масштабні дослідження в галузі створення систем, попереджуючих зіткнення автомобілів та систем, що знижують ризик смертності та поранень людей у зіткненнях.

2. ІСНЮЮЧІ ТА РОЗРОБЛЮВАНІ СИСТЕМИ ДОПОМОГИ ВОДІЮ ADAS

2.1.Класифікація існуючих систем допомоги водієві ADAS

Спільнота автомобільних інженерів (Society of Automotive Engineers, SAE) підготувало стандарт SAEJ3016, стандарт класифікації автоматизованих систем керування рухом ТЗ SAE [5]. Так як класифікація з цього стандарту стала найпоширенішою, вона наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 -Стандарт з автоматизованих систем управління рухом ТЗ SAE [5].

№	Назва	Опис
0	Без автоматизації	Весь процес водіння контролює водій, завдання керування динамікою автомобіля лежить повністю на ньому, навіть якщо ТЗ оснащено системою попередження та дії.
1	Що включає допомогу водію	Сприяння водію в керуванні кермової системою або гальмами та педаллю подачі палива, використовуючи інформацію про довкілля. Система чекає, коли водій почне всі дії, що залишилися, крім тих, що видає система.
2	Частково автоматизований	Режим управління включає в себе дві ADAS-системи, які здатні впливати і на кермо управління та прискорення/гальмування, спільно функціонуючи.

Водій проводить моніторинг навколишнього середовища самостійно

3	Умовно автоматизований	Система автоматизації водіння бере на себе повністю контроль за динамікою автомобіля, але тільки в тому випадку, якщо водій відповідним чином відреагує на її сигнал втрутитися.	Система автоматизації водіння буде стежити за зовнішньою середовищем
4	Високо автоматизований	Система автоматизації водіння бере на себе управління ТЗ, навіть якщо водій не відреагував на вимога втрутитися у процес управління, тобто. дозвіл водія не є необхідним. Рішення приймає сама система управління динамікою автомобіля.	
5	Повністю автоматизований	Система автоматизації водіння повністю бере на себе ті ж функції, що й водій, при цьому вона може працювати в будь-яких умовах довкілля.	

Безпілотні автомобілі здаються фантастикою, але велика частина необхідних технологій вже представлена на ринку. Ці технології отримали назву інтелектуальних систем допомоги водієві (Advanced Driver Assistance Systems ADAS) і є вбудовані функції, які допомагають водієві уникнути аварії (активна безпека) або зменшити тяжкість її наслідків (пасивна безпека). Автовиробники вбудовують дедалі більше таких систем в нові моделі, щоб зробити керування більш зручним і безпечним.

Системи допомоги водієві поділяються на три основні категорії:

- підказки водію;
- попередження водію;
- безпосередня допомога водію.

Функція підказок пов'язана з виявленням перешкод: наприклад, нічне

бачення та адаптивна система освітлення, які регулюють фари на згинах дороги. До них входить система розпізнавання дорожніх знаків, що обмежують швидкість, та система кругового огляду, допомагає безпечно паркуватись.

Системи попередження водія виконують функцію сигналізації про можливу небезпеку. Наприклад, оповіщення системи допомоги при паркуванні, системи попередження про лобове зіткнення та виїзд із займаної смуги.

Третя група включає функції допомоги водієві, які здійснюють активну стабілізацію автомобіля або безпосереднє маневрування. Адаптивний круїз-контроль регулює швидкість автомобіля для того, щоб підтримувати постійну відстань до ТЗ попереду вашого транспортного засобу; система екстреного гальмування дозволяє уникнути або знизити наслідки удару у транспортний засіб перед вами, а система підтримки смуги руху допомагає запобігти зміщенню за межі займаної смуги.

На сьогоднішній день можна виділити 43 інтелектуальні системи допомоги водію:

- 1) Система контролю тиску в шинах (TPMS)
- 2) Асистент гальмування (Brakeassist, BAS, HVB, EBA, AFU)
- 3) Система визначення перешкод (Forward Collision Warning)
- 4) Система розпізнавання об'єктів, що рухаються (Moving Object Detection)
- 5) Система допомоги при повороті (Turningassistant)
- 6) Помічник проїзду перехресть (Intersectionassistant)
- 7) Система допомоги при виїзді з паркування заднім ходом (Rear Cross Traffic Alert)
- 8) Система розпізнавання пішоходів (Pedestrian Detection System)
- 9) Система передаварійної безпеки (Collisionavoidancesystem, Precrashsystem)
- 10) Круїз контроль/ Адаптивний круїз-контроль (Cuaisecontrol/Adaptivecuaisecontrol)
- 11) Алкозамок (AlcoholInterlockDevice)
- 12) Помічник спуску зі схилу (Hill descent control)
- 13) Система під час торкання автомобіля на підйомі (HAS)

14) Помічник руху в пробці (Traffic Jam Assistant)

15) Магістральний автопілот (Highway pilot)

16) Адаптивна система освітлення (Adaptive light control, swivelling curve lights)

17) Система автоматичного перемикання далекого/ближнього світла (Glare-free high beam and pixel light)

18) Система контролю сліпих зон (Blind spot monitor)

19) Система допомоги при перебудові (Lane change assistance)

20) Система контролю сходу зі смуги руху (Lane departure warning system)

21) Система утримання у смугі (Lane Keep Assist)

22) Система контролю втоми водія (Driver drowsiness detection)

23) Екстрений помічник водія (Emergency driver assistant)

24) Система допомоги при паркуванні (Park Assist System)

25) Інтелектуальна система допомоги при паркуванні дистанційним керуванням (Remote Park Assist System)

26) Помічник паркування з причепом (Trailer parking assist)

27) Антиблокувальна система гальм (ABS), включаючи протибуксувальну систему (TCS)

28) Система кругового огляду (Surround View system)

29) Система розпізнавання сигналів світлофора (Traffic Light Recognition)

30) Система розпізнавання дорожніх знаків (Traffic sign recognition)

31) Сигнал про неправильний напрямок руху (Wrong-way driver warning, Wrong Way Alert)

32) Помічник перевищення/адаптації швидкості (Intelligent Speed Adaptation)

33) Система нічного бачення (Automotive night vision)

34) Відеореєстратор (Video Recorder)

35) Автомобільна навігаційна система (Automotive navigation system)

36) Сигнальні звуки електромобілів (Electric vehicle warning sounds)

37) Система захисту пішоходів (Pedestrian protection system)

38) Датчик дощу світла (Rain & light sensor)

39) зв'язку між автомобілями (Vehicular communication systems, V2V)

40) Система курсової стійкості (ESP)

41) Помічник руху з причепом (Trailerassist)

42) Система розпізнавання багажника на даху (Roofrackdetection)

43) Помічник бокового вітру (Crosswindstabilization)

Розглянемо кожну систему в окремо:

1) Система контролю тиску в шинах (TPMS)

TPMS (Tire Pressure Monitor System) система моніторить тиск у шинах,

тобто. коли в шинах змінюється кількість повітря, то й змінюється довжина кола

покришки [6]. Через це збільшується кутова швидкість, з якою обертається

колесо. TPMS система слідкує за цими показниками. При перевищенні

встановленої норми надходить сигнал, включається спеціальна лампа та водій

посилається попередження про можливі несправності, що з'явилися. В даний час

існують аналоги TPMS системи, які призначені для роботи з Android пристроями.

Інформація, що надходить на смартфон або планшет користувача, стосується за

тиском у шинах і попереджає водія, якщо відбувається відхилення від норми.

Продовжуючи подорож на автомобілі зі спускаючим колесом, з'являється пряма

загроза для дорожньо-транспортної пригоди [6].



Рис. 2.1 - Система TPMS у дії [6].

2) Асистент гальмування (Brake assist, BAS, HBB, EBA, AFU)

Уникнути зіткнення на слизькій дорозі, при несподіваному маневрі

попереду транспортного засобу, що йде, або скоєнні різкого повороту, допоможе система екстреного гальмування Brake Assist, що дозволяє запобігти ДТП за рахунок швидкого автоматизованого реагування [7]. Застосовуючи подібну схему, водій зможе скоротити гальмівний шлях автомобіля практично наполовину. Також збільшується ефективність екстреного гальмування, навіть якщо швидкість висока. Система працює наступним чином:

- Система складається з акумулятора тиску, датчиків контролю обертання коліс, електронасосу, електронного блоку управління та блоку електромагнітних клапанів [7].
- Система управління аналізує силу та швидкість натискання на педаль гальма, після чого приймається рішення про активацію режиму [7].
- Посилення гальмування автомобіля відбувається за рахунок нагнітання тиску в гальмівній системі, що дозволяє уникнути блокування коліс, запобігти серії гальмівних імпульсів [7].

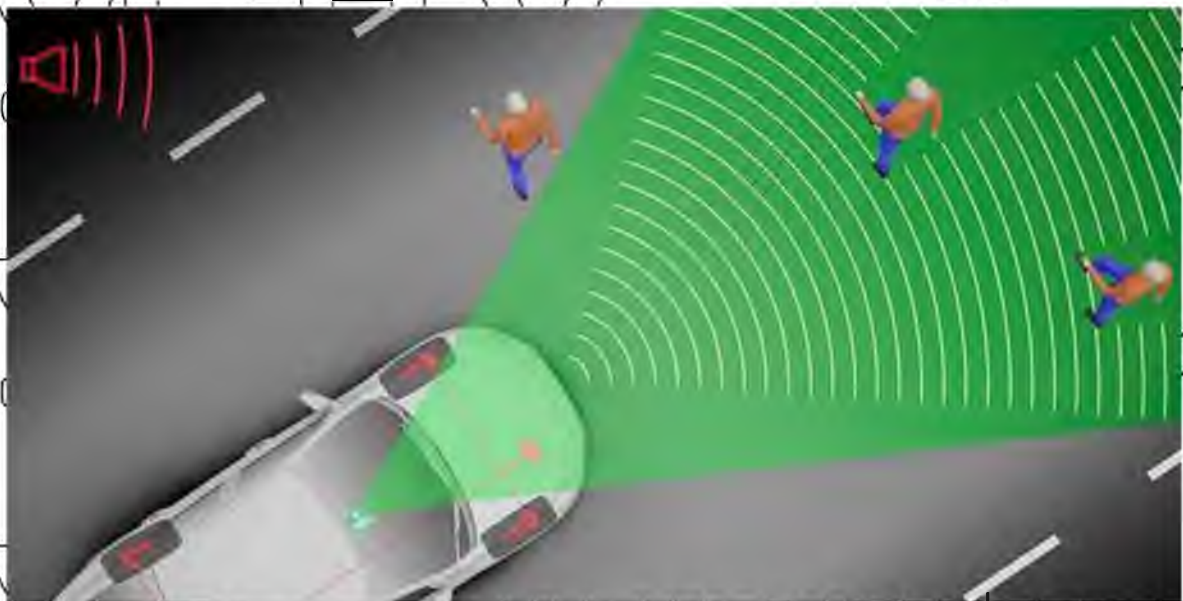


Рис. 2.2 - Система Brakeassist [7]

3) Система визначення перешкод (Forward Collision Warning)

Система попередження про можливість фронтального зіткнення (FCW) попереджає водія за допомогою звукового сигналу та світлового сигналізатора, якщо ваш автомобіль знаходиться надто близько до іншому автомобілю, що

знаходиться на цій же смозі руху [8]. Ця система розрахована на швидкість автомобіля більше 5 км/год. FCW використовує сигнали, що йдуть від датчика, який розташований під переднім бампером та який вимірює відстань до автомобіля, що рухається попереду. Якщо система визначає, що ваш автомобіль занадто наближається до автомобілю, то починає блимати індикатор виявлення автомобіля попереду, і лунає попереджувальний звуковий сигнал [8]. Необхідно розуміти при цьому, що FCW не здатна запобігти зіткненню. Бодієві завжди необхідно бути уважним та зберігати контроль за управлінням автомобіля.

Слід зазначити, що система FCW не виявляє пішоходів, тварин, перешкоди на дорозі або зустрічні автомобілі на тій ж смозі руху.



Рис. 2.3 - Система Brakeassist [8].

4) Система розпізнавання об'єктів, що рухаються (Moving Object Detection)

За статистикою чимало автомобільних аварій трапляється тому, що водій не бачить в об'єктах, які з'явилися ходу руху автомобіля та які здатні перешкодити його. Такого роду зіткнення можуть призвести до травматизму на дорогах і втрати людських життів. Вчені-програмісти створили систему, яка здатна допомогти водію в такій ситуації і вказати на потенційну небезпеку. Передова технологія Moving Object Detection (MOD) – одна зі спроб створити

засіб, що розпізнає рухаються навколо машини об'єкти і дає знати про них водію, наприклад, під час паркування [9]. В основі технології лежить звукове та в део-оповіщення. Пішохід та/або будь-який інший рухомий об'єкт, які опиняються на шляхи автомобіля будуть виявлені системою. Дисплей у салоні виведе область зафіксованого руху та включить звуковий сигнал.

Для роботи Moving Object Detection, не потрібне встановлення якихось додаткових датчиків [9]. Джерелом інформації будуть є камери, які вивсять зображення, що служить сигналом для подальших дій водія.



Рис. 2.4 - Система розпізнавання об'єктів, що рухаються [9]

5) Система допомоги при повороті (Turningassistant)

Система допомоги при повороті запускається автоматично, як тільки датчики визначають становище автомобіля на поточною смузі. А водій розпочне виконання маневру. Розпізнавання смуги, з якої буде виконуватися лівий поворот, здійснюється на двох рівнях: вхідна до складу навігаційної системи функція визначення розташування автомобіля дозволяє з точністю до метра визначити його місце на перехресті, а спеціальна камера бачить розмітку смуги лівого повороту та розмітку дороги [10].

При включенні системи допомоги при лівому повороті три лазерного сканера в передній частині автомобіля стежать за простором на відстань до 100

метрів перед автомобілем [10]. Якщо датчики визначають зустрічні транспортні засоби, що наближаються, а автомобіль продовжує рух і виїжджає на перехрестя, система допомоги на низьких швидкостях до 10 км/год ініціює автоматичне гальмування [10]. Функція автоматичного гальмування не тягне за собою різких гальмування з високою швидкістю.

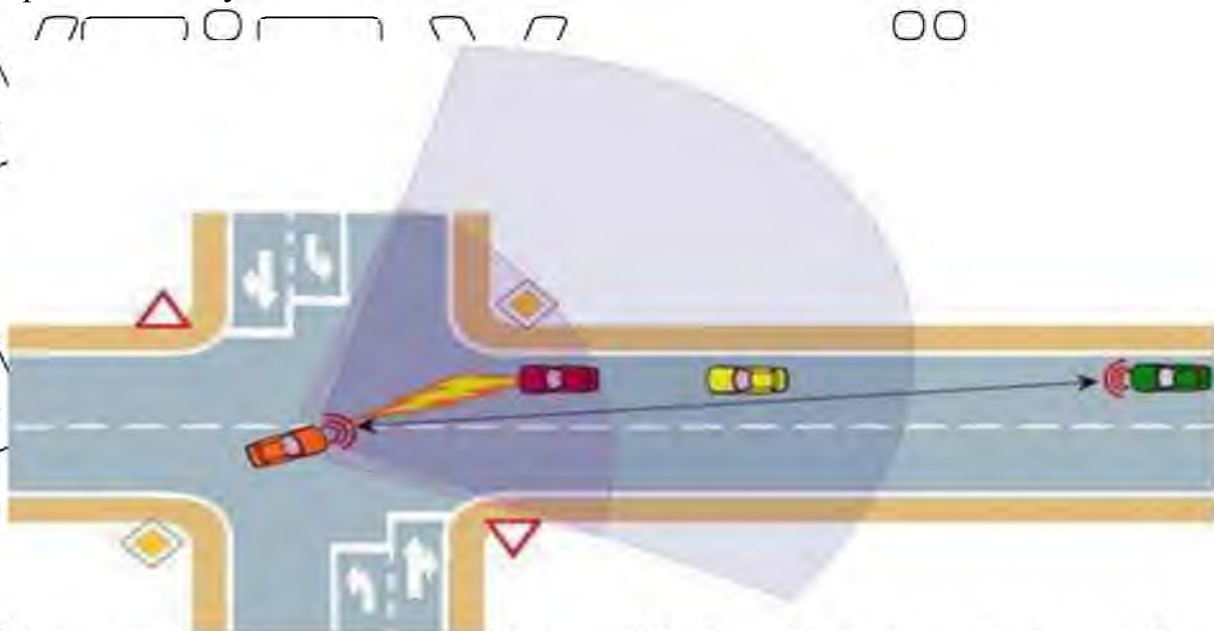


Рис. 2.5 – Схеми дії системи допомоги при повороті [10]

б) Помічник проїзду перехресть (Intersection assistant)

Асистент проїзду перехресть Intersection Assist використовує радарні датчики, встановлені в передній частині та дозволяє завчасно виявити рухомих у поперечному напрямку автомобілів та пішоходів [11].

При швидкості до 30 км/год сенсори моніторять простір перед автомобілем та за допомогою візуальних та звукових сигналів попереджають водія у разі виявлення транспорту, що рухається в поперечному напрямку. Якщо автомобіль, що наближається, знаходиться за межами зони видимості і ваш автомобіль рухається вперед зі швидкістю до 10 км/год, спрацьовує екстрене гальмування для того, щоб запобігти зіткненням. Цей помічник надає підтримку при виїзді з зон зі «сліпим» оглядом та при проїзді перехресть з обмеженою видимістю.



Рис. 2.6 - Надання підтримки при виїзді з зон зі «сліпим» блядом [11].

7) Система допомоги при виїзді з паркувальні заднім ходом (RearCrossTrafficAlert)

На сьогоднішній день існує проблема: при виїзді з паркувального місця заднім ходом паркувальна камера фізично не може впоратися з наданням інформації про те, що відбувається на смузі, на яку намагається виїхати автомобіль.



Рис. 2.7 - Проблема при виїзді з паркування заднім ходом [12].

При паркуванні за моделлю "ялинка" проблема менш гостра, але вона також є. Складність полягає в наступному: паркувальна камера із стандартним

кутом огляду (120-170 градусів) фізично не може надати картинку про наявність авто у смугі, на яку водій хоче виїхати заднім ходом [12]. Даний маневр перетворюється на небезпечний рух, коли водієві варто сподіватися або на самого себе, що їде в цьому ряду, або на того ведія, хто його пропустить, або сподіватися на те, що ряд виявиться порожнім. Система *Rear Cross Traffic Alert*, яка є асистентом на основі радару BSD. У певних місцях зсередини заднього бампера встановлюються датчики BSD. Вони мають такі властивості, як кут і дальність спрацьовування.

Інформування водія про перешкоду здійснюється за рахунок установки в передні стійки, поряд з лобовим склом, невеликих діодних індикаторів, які світяться за наявності перешкоди, а також подавати звуковий сигнал [12].

8) Система розпізнавання пішоходів *PedestrianDetectionSystem*

Система виявлення пішоходів призначена для запобігання зіткненню з пішоходами. Система розпізнає людей біля автомобіля, що автоматично уповільнює автомобіль, знижує силу удару і навіть уникає зіткнення [13]. Застосування системи дозволяє на 20% скоротити смертність пішоходів при дорожньо-транспортному події та на 30% знизити ризик важких травм [13]. У системі *Pedestrian Detection* використані взаємопов'язані функції: виявлення пішоходів, попередження про можливе зіткнення, автоматичне гальмування. Для виявлення пішоходів використовується відеокамера та радар, які ефективно працюють з відривом до 40 м [13]. При виявленні пішохода відеокамерою та підтвердження цього факту радаром, система моніторить рух пішохода, прогнозує його подальше переміщення та оцінює ймовірність зіткнення з автомобілем. Загальні результати відображаються на екрані мультимедійної системи. Якщо системи встановила, що за поточного характеру руху автомобіля зіткнення з пішоходом неминуче, і реакція з боку водія відсутня, система виявлення пішоходів автоматично доводить автомобіль до зупинки.



Рис. 2.8 – Допомога для пішоходів [13].

9) Система передаварійної безпеки (Collision avoidance system, Precrashsystem)

Система передаварійної безпеки ефективно допомагає водієві уникнути зіткнення. У тому випадку, якщо зіткнення не можна запобігти, система включає в роботу ультрасучасні технології, які максимально знижують травми та пошкодження водія та пасажирів. Система PCS включає у свою конструкцію спеціальний радар міліметрового діапазону, який веде постійне сканування дороги спереду, при цьому розпізнаючи та оцінюючи ризики зіткнення [14]. У момент виникнення ризику ДТП система PCS моментально сповіщає водія про небезпеку за допомогою попереджувального зумера [14]. Одночасно з попереджувальним зумером спалахує червоний сигнал, який сигналізує про початок роботи передаварійного підсилювача екстреного гальмування. Завдяки цьому збільшується додаткове гальмівне зусилля [14].

Коли система Precrash Safety вважає неминує зіткнення з іншим автомобілем, вона підключає систему передаварійного гальмування, яка задіює робочу гальмівну систему до моменту зіткнення для максимального зменшення сили удару. Одночасно система PCS активує передаварійні ремені безпеки, які автоматично натягуються з метою зниження ризику отримання ушкоджень та травм [14].



Рис. 2.9 – Уникнути зіткнення допомагає уникнути система Pre-crash Safety [14]

10) Круїз контроль (Cruise control), Адаптивний круїз-контроль (Adaptive cruise control)

Дві дані системи забезпечують додаткову зручність та комфорт при їзді на трасах та автомагістралях. В результаті використання систем водій за кермом втомлюється менше. Це сприяє зниженню витрати палива, тому що двигун при використанні систем працює поступово. Системи необхідні для забезпечення додаткової зручності при поїздках на великі відстані, без цієї системи водієві прийдеться в протягом тривалого часу (залежно від швидкості руху) тримати педаль газу, що фактично дорівнює триманню правої ступні в незручному положенні [15]. Тримати педаль газу більше 5-6 годин є складним завданням для водія. При активації систем водій може дозволити відпустити педаль газу. Система буде подавати паливо в камери згоряння не через педаль газу, а через спеціальні пневматичні приводи [15]. Регулювання швидкості руху зможе виконуватися водієм за допомогою кнопок, розташованих на кермі. Головна відмінність адаптивного від традиційного в вмінні оцінити обстановку на дорозі та коригувати швидкість автомобіля в залежності від швидкості руху попереду машини.

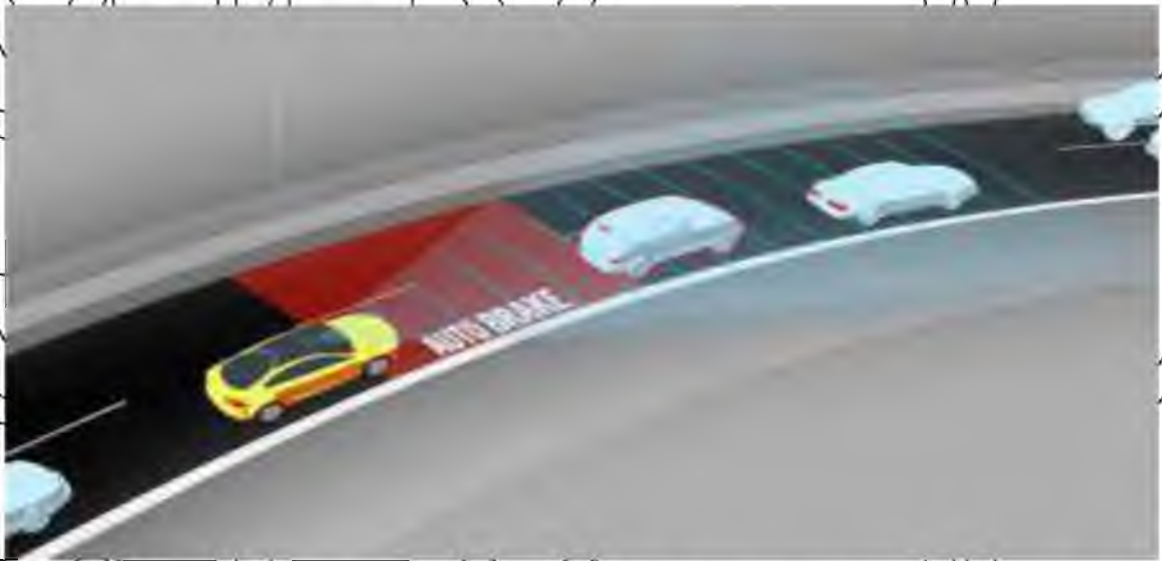


Рис. 2.10 – Круїз-контроль у дії [15].

11) Алкозамок (AlcoholInterlockDevice)

Ця система складається з приладу, що не допускає запуску двигуна автомобіля без попереднього проходження перевірки стану водія через алкотестер. Дія приладу проста: якщо концентрація парів етилового спирту в повітрі, що видихається, водія виявиться вище за норму, то двигун не заведеться.

Також алкозамок через нерівні проміжки часу вимагає повторної перевірки у воля час руху

Використовується в деяких країнах як альтернатива для позбавлення права керувати транспортними засобами для водіїв, які були спіймано за водінням у стані алкогольного сп'яніння [16]. В цьому У разі провини водій повинен оплатити встановлення алкозамку за свій рахунок та користуватися ним протягом часу, визначеного судом [16]. При повторному проведенні тесту водія під час руху Алкозамок ніколи не глушить двигун, тому що це небезпечно для дорожнього руху. В пам'ять алкозамку записується інформація про невдалі спроби пройти тест (із зазначенням кількості виявленого етанолу), про відмову пройти тест, про спробу фальсифікації видиху (наприклад, з допомогою повітря з компресора) [16].

НУ

Принцип роботи алкозамка

При повороті ключа запалювання алкозамок пропонує водію пройти швидкий тест на вміст парів спирту в організмі

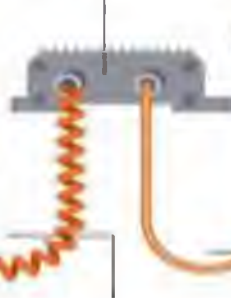


У відповідності з результатом або дозволить завести двигун, або ні

Алкотестер



Управляючий блок



Система запалювання



З'єднувальні кабелі, які підключені до системи запалювання

НУ

НУ



Рис. 2.11 – Принцип роботи алкозамку [16].

НУБІП України

12) Помічник спуску зі схилу (Hill descent control)

Системою допомоги при спуску оснащуються, переважно позашляхові автомобілі, призначені для пересування по пересіченій території [17].



Рис. 2.12 – Помічник спуску зі схилу (Hill descent control) [17].

НУБІП України

Вона забезпечує рівномірний спрямований рух при спуску на крутих схилах. Система допомоги при спуску побудована на тих ж принципах, як і система курсової стійкості. Зазвичай і конструктивно вона об'єднана з блоком ESP (ABS) [17]. Її основне відмінність від системи ESP у цьому, що з розрахунку зусиль блокування коліс враховуються додаткові фізичні параметри: 1) Сила тяжкості; 2) Момент перекидання автомобіля; 3) Сила зчеплення колеса з опорною поверхнею [17].

Система контролю спуску активується під час виконання кількох обов'язкових умов: швидкість автомобіля менше 20 кілометрів година; двигун працює; ухил руху понад 20 відсотків; відсутнє натискання на педаль акселератора та гальма [17].

13) Система під час торкання автомобіля на підйомі (HAS)

Вона служить для запобігання відкочування автомобіля на початку руху на підйомі, заметів при рушанні з місця під ухил [18]. Наявність системи HAS зменшує ймовірність дорожньо-транспортних подій на перехрестях, що знаходяться під ухилом. При активації цієї системи стоянковим гальмом під час початку руху під гірку водию можна не скористатися.

У процесі роботи системи послідовно активуються такі режими: збільшення гальмівного зусилля у системі; утримання гальмівного тиску до моменту рушання з місця; поступове зниження гальмівного зусилля; повне зняття гальмівного тиску [18].

Система допомоги при торканні на підйомі забезпечує захист від наступних негативних моментів: зупинка двигуна при підвищенні навантаження на нього та недостатньому натисканні педалі акселератора; пробуксовування коліс при недостатньому зчепленні з дорогою; відкочування автомобіля; ненаправлений рух автомобіля в умовах слизького дорожнього покриття, різних умов зчеплення з дорогою основних коліс [18].



Рис. 2.13 Рух автомобіля із системою НАС та без неї [18].

14) Помічник руху в пробці (TrafficJamAssistant)

Помічник руху в пробці (TrafficJamAssistant) автоматично керує автомобілем на швидкості до 60 км/год при русі в затор, цільний потік. Увімкнувши автопілст для руху у пробці, водій може не контролювати постійно автомобіль та дорожню обстановку йому досить просто бути готовим знову взяти на себе управління, коли підкаже система [19]. Система забезпечує початок руху, розгін, рульове керування та гальмування в межах смуги. Вона здатна відірарцьовувати критичні ситуації, наприклад, випадки, коли сторонній автомобіль «підрзає», переміщаючись надто близько від його передньої частини [19]. Як тільки водій натискає кнопку увімкнення системи на центральній консолі, він може прибрати ногу з педалі акселератора, а руки - з рульового колеса [19]. Водій має бути готовий взяти на себе керування автомобілем знову, коли система подасть сигнал.



Рис. 2.14 – Помічник руху в пробі керує автомобілем на швидкості до 60 км/год при русі в заторі, щільному потоці [19].

15) Магістральний автонілот (Highwaypilot)

Система може керувати вантажівкою, гальмувати, а якщо автомобіль наблизиться до перешкоди на шляху заглибленої машини, Highway Pilot попросить водія об'їхати перешкоду. Якщо ж людина вчасно не відповість, то система просто зупинить фуру.



Рис. 2.15 – Технологія Highway Pilot перетворює звичайну вантажну фуру в розумний автомобіль [20].

Система також попросить водія взяти керування на себе, якщо зміниться погода або на дорозі не буде видимих дорожніх знаків. Highway Pilot не перетворює вантажівку на повний безпілотник, а швидше, робить її більш безпечним, оскільки вона також оснащена підсилювачем екстреного гальмування, активною системою автоматичної підтримки швидкості та детектором стану водія (вона відразу включається, якщо помічає, що водій заснув) [20].

16) *Адаптивна система освітлення (Adaptive light control: swivelling curve lights)*

Система адаптивного освітлення виходить за рамки традиційного ближнього та далекого світла фар, так як пропонує для конкретних умов руху свого режиму освітлення [21]. Система адаптивного освітлення, будучи електронною системою, включає вхідні пристрої, блок управління та виконавчі механізми [21].

Сигнали від вхідних пристроїв передаються в електронний блок управління, де за допомогою спеціального програмного забезпечення провадиться їх обробка; в результаті цього починають спрацьовувати виконавчі механізми – модулі ксенонових фар [21]. У сучасній системі адаптивного освітлення може бути реалізовано до шести режимів освітлення (функцій): міське світло; світло п'єдесталу; світло автомагістралі; Дальнє світло; динамічне освітлення поворотів; світло у несприятливих погодних умовах [21].



Рис. 2.16 – Адаптивна система освітлення [21].

17) Система автоматичного перемикавання далекого/ближнього світла
(Glare-free high beam and pixellight)

Система автоматичного перемикавання далекого/ближнього світла служить поліпшення видимості у темний час доби за рахунок автоматичного включення далекого світла фар. При цьому система дозволяє рухатися з дальнім світлом фар максимально можливе час, що запобігає засліпленню інших учасників руху, полегшує керування автомобілем, і тим самим підвищує безпеку руху [22].

Система реалізується залежно від типу фар: *галогенові фари* – за рахунок автоматичного включення (вимикання) далекого світла фар; *ксенонові фари* – за

рахунок автоматичного повороту модуля лампи у вертикальній та горизонтальній площині, при цьому дальнє світло фар не вимикається [22].

Система Glare-free high beam and pixellight включає перемикач освітлення,

відеокамеру, блок до керування, лампу далекого світла, контрольну лампу на

панелі приладі. Відеокамера служить для фіксації ситуації перед автомобілем.

Зона охоплення відеокамери складає близько 1000 м. Відеокамера разом із блоком управління розташовується в корпусі дзеркала заднього виду. Поряд з

інформацією від відеокамери у роботі системи використовуються входні сигнали

датчиків частоти обертання коліс (для оцінки швидкості руху автомобіля),

датчика освітленості [22]. Блок керування виробляє обробку зображення

відеокамери та сигналів датчиків, на підставі яких оцінюється ситуація в дорозі:

умови видимості, траєкторію руху, рівень освітленості, потужність зустрічного

потoku світла [22].

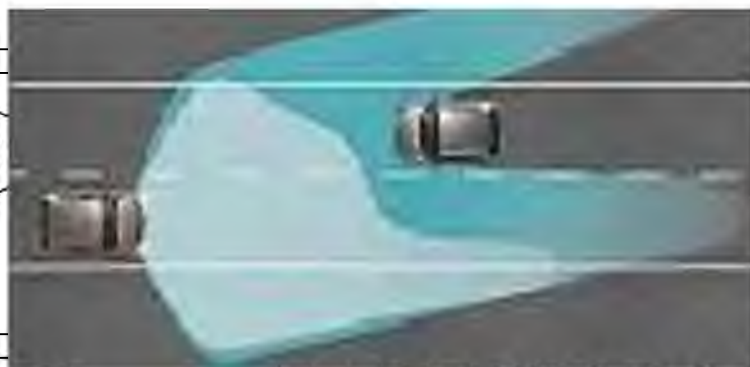


Рис. 2.17 Система автоматичного перемикавання далекого/ближнього світла [22].

18) Система контролю сліпих зон (Blindspotmonitor)

Система контролю сліпих зон допомагає водієві здійснювати безпечне маневрування, здійснюючи моніторинг та оповіщаючи водія про присутність іншого ТЗ у невидимих йому зонах. Два спеціальних радарних датчика розміщують в нижній частини заднього бампера, вони ведуть спостереження за областю поряд з автомобілем і за 20 метрів позаду нього. При появі потенційної небезпеки у сліпій зоні засвітиться попереджувальний світлодіодний індикатор, розташований на зовнішньому дзеркалі заднього виду [23]. Якщо водій планує здійснити маневр або повернути в напрямку виявленого транспортного засобу, світлодіодний індикатор почне блимати, сигналізуючи про можливу небезпеку і всередині салону лунає сигнал із встановленого динаміка.



Рис. 2.18 – Безпечне маневрування [23].

19) Система допомоги при перебудові (Lanchangeassistance)

Перебудова автомобіля з одного ряду руху до іншого часто стає причиною аварій: водій не помічає транспортні кошти інших смугах. Система допомоги при перебудові попереджає водія про небезпеку зіткнення під час зміни смуги руху [24]. Принцип роботи системи ґрунтується на контролі зон руху поруч з автомобілем та позаду нього за допомогою радара та увімкнення попереджувального сигналу при намірі водія змінити смугу руху та наявності

перешкоди на іншій смузі [24].

Система включає такі конструктивні елементи: кнопка включення на важелі перемикача показчика поворотів; радар у зовнішніх дзеркалах заднього виду з правого та лівого боку; електронні блоки керування; сигнальні лампи (попереджувальні індикатори) на зовнішніх дзеркалах заднього виду з правого та лівого боку, контрольна лампа на панелі приладів [24]. Система допомоги при перебудова активується при досягненні автомобілем швидкості 60 км/год. Для визначення об'єктів у "сліпій" зоні в системі використовується радар. Радарні датчики встановлюються у зовнішніх дзеркалах заднього виду і випромінюють радіохвилі у певну область біля автомобіля [24]. Електронні блоки управління аналізують відбиті випромінювання радара, на підставі яких проводиться стеження за рухомими об'єктами; розпізнаються нерухомі об'єкти (припарковані автомобілі, дорожня огорожа, стовпи та ін.); за потреби вмикається сигнальна лампа [24].



Рис. 2.19 – Система допомоги під час перебудови [24].

20) Система контролю сходу зі смуги руху

Система контролю сходу з лінії руху, LDWS – це аудіасна система, що попереджає про те, що можливе швидке сходження з смуги руху автомобіля.

Застосовується технологія на ділянках магістралей, автобанів чи автострадах.

Насамперед технологія контролю дозволяє утриматися обраної ділянки дороги, виключаючи можливість несанкціонованого з'їзду зі шляху. На сьогоднішній день це має величезне значення: досить часто однією з основних причин

виникнення автомобільних аварій є тимчасова втрата контролю за дорогою, наприклад, сон за кермом, перевтома, проблеми зі здоров'ям.

Траєкторія колі задається за допомогою розміщених датчиків в області переднього бампера (всередині решітки радіатора) або всередині салону автомобіля (поряд із дзеркалом заднього виду); комп'ютер розмічає умовну розмітку на дорожньому полотні попереду автомобіля, обчислює становище автомобіля в режимі реального часу і з допомогою записаних заздалегідь алгоритмів та програмного коду здійснює контроль за рухом автомобіля за вірним курсом [25].



Рис. 2.20 - Система контролю сходу зі смуги руху допомагає запобігти лобовому зіткненню [25].

21) Система утримання у смугі (LaneKeepAssist)

Дана система призначена для утримання автомобіля на смугі руху, що має розмітку. Пасивні системи подають сигнал водію, якщо автомобіль виїжджає межі смуги руху; активна система не тільки попереджає водія, а й впливає на кермо керування, повертаючи автомобіль на смугу руху [26].

Камера передає зображення дороги до електронного блоку управління. Блок управління обробляє інформацію, що надійшла, знаходить смуги розмітки, розраховує ширину смуги, величину її закручення в поворот, безпосередньо обчислює положення автомобіля на смугі. Якщо ж система бачить, що автомобіль залишає смугу руху, то вона подає імпульси на виконавчі механізми,

такі як звуковий сигнал, що миготить світлодіод, вібродвигун в кермі).

Увімкнення системи є примусовим. Водій попереджається о сході з смуги руху вібрацією керма, зуимером і блиманням світлодіода [26]. Крім того, активна система допомоги руху по смузі, впливаючи на електродвигун підсилювача рульового керування, повертає автомобіль на смугу руху [26].



Рис. 2.21 – Система призначена для утримання автомобіля на смузі руху, що має розмітку. [26]

22) Система контролю втоми водія (Driverdrowsinessdetection)

Система контролю втоми стежить за фізичним станом водія; якщо фіксуються певні відхилення, то вона попереджає водія про необхідність зупинки та відпочинку. Залежно від способу оцінки втоми водія розрізняють три типу систем. Перші збудовані на контролі дій водія, другі - контролі руху автомобіля, треті - контролі погляду водія [27].

Конструкція системи об'єднує датчик рульового колеса, блок управління, світальну лампу та звуковий сигнал оповіщення водія.

Блок управління обробляє вхідні сигнали та визначає: стиль водіння (аналіз швидкості, доздовжнього та бокового прискорення); умови керування (аналіз часу доби, тривалості поїздки); використання органів управління (аналіз використання гальма, підрульових перемикачів, кнопок на панелі керування);

характер обертання кермового колеса (аналіз швидкості, прискорення); стан дорожнього полотна (аналіз бокового прискорення); характер руху автомобіля, аналіз поздовжнього та бокового прискорення [27].



Рис. 2.22 – Система контролю втоми стежить за фізичним станом водія [27].

2б) *Екстремий помічник водія (Emergency driver assistant), Emergency Assist* - це подальший розвиток системи Lane Assist. Lane Assist за допомогою камери, розташованої під лобовим склом, стежить за лініями розмітки, що позначають смугу руху, і не дає автомобілю піти убік у разі, якщо водій заснув.

Коли автомобіль починає вести спочатку звучить перший сигнал зумера, через мить система самостійно відрубить від бічної лінії розмітки, потім ввімкне аварійну сигналізацію і ще через секунду смикнуть темки ременя електропередтягувача та додаткове звуковий вплив [28]. Система Emergency Assist не має жодного нового елемента – все працює за рахунок софту.



Рис. 2.23 – Екстрений помічник водія (Emergency driver assistant) [28].

24) Система допомоги при паркуванні (Park Assist System)

Паркування – не найпростіший маневр, який доводиться виконувати водію, але вона є невід'ємною частиною всього процесу керування транспортним засобом. Значну допомогу у цьому процесі здатна надати система автоматичного паркування. Вона дозволяє в автоматичному або автоматизованому режимі (подаючи сигнали водієві) припаркувати автомобіль як паралельно, так і перпендикулярно до проїжджої частини [29].

Датчики, які використовує інтелектуальне паркувальне пристрій, аналогічні застосовуваним в інших виробках подібного призначення, але відрізняються підвищеною дальністю дії, кількість їх може бути також різним, parkassist використовує дванадцять штук, по чотири спереду і ззаду машини, і чотири з боків [29].



Рис. 2.24 – Система допомоги під час паркування в дії [29].

25) Інтелектуальна система допомоги при паркуванні дистанційним керуванням (Remote Park Assist System)

У гаражах або на парковці можна паркуватися вперед або виїжджати назад з місця для паркування за допомогою дистанційного керування; при цьому водій не знаходиться в автомобілі, а керує процесом паркування під власну відповідальність зовні за допомогою ключа з дисплеєм [30].

Система не звільняє водія від відповідальності правильно оцінювати

дорожню ситуацію та ситуацію на паркувальному місці. З огляду певних системних обмежень система не завжди може спрацювати належним чином існує небезпека аварії [30]. Водій має стежити за ситуацією на дорозі і на паркувальному місці і при необхідності брати керування на себе. Функція розпізнає перешкоди та гальмує перед об'єктами, розпізнаними за допомогою ультразвукових датчиків асистента маневрування при паркуванні. За допомогою клача з дисплеєм автомобіль можна перемістити приблизно на 2-кратну довжину автомобіля, швидкість не перевищує 1,8 км/год [30].

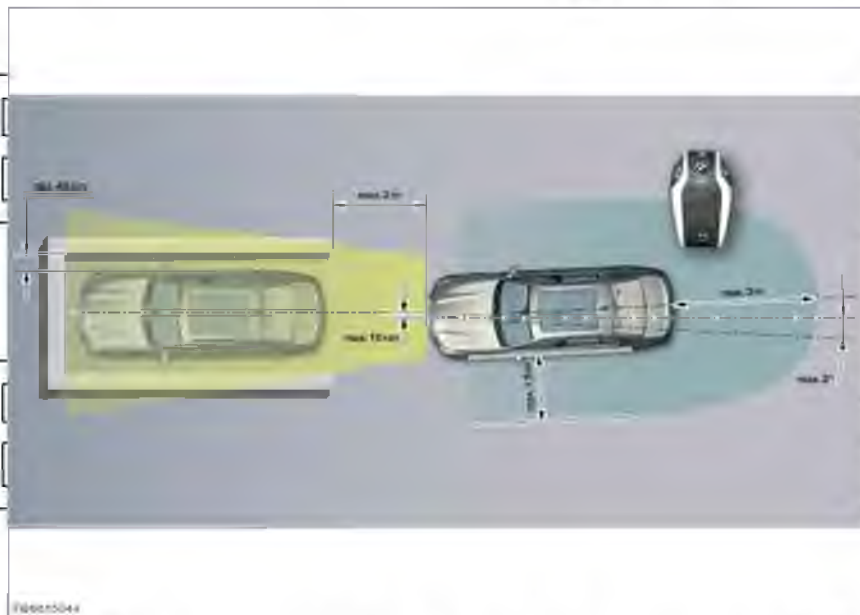


Рис. 2.25 - Водій повинен стежити за ситуацією на дорозі та на паркувальному місці та при необхідності брати керування на себе [30].

26) Помічник паркування з причепом (Trailer parking assist)

Ця система в автоматичному режимі керує поперечним переміщенням зв'язки «автомобіль-причіп» [31]. Щоб виконати на зв'язці «автомобіль-причіп» в'їзд заднім ходом у гараж чи місце стоянки, водієві необхідно зупинити автомобіль у відповідній точці та увімкнути задню передачу, натисканням кнопки система активується [31]. За допомогою перемикача налаштування дзеркал, який при цьому функціонує як свого роду джойстик, водій має можливість плавно налаштовувати бажаний напрямок руку своєї зв'язки «автомобіль-причіп» [31]. Водій зберігає повний контроль.



Рис. 2.26 - Пломічник паркування з причепом [31].

27) Антиблокувальна система гальм (ABS), включаючи протидунксвальну систему (TCS)

ABS – перша серед систем, що належать до активної безпеки, яка масово стала використовуватись на автомобілях. Перші робочі зразки на автомобілях стали використовуватись понад 40 років тому [32]. По мірі розвитку технологій вона покращувалась і доопрацьовувалась: перші системи включали у собі більше сотні складових компонентів, а останні версії системи ABS складаються лише з 18 елементів [32]. До її завдань входить запобігання блокуванню коліс під час гальмування.

Особливість коліс авто полягає в тому, що сила тертя кочення у них вище, ніж тертя ковзання. Тобто колесо, яке котиться, краще зчепляється з поверхнею дороги, ніж ковзне по пологну, що відбувається у разі повного блокування. В її результаті гальмівний шлях машини збільшується [32].



Рис. 2.27 — Приклад зупинки автомобіля з ABS та без нього [32].

Протибуксувальна система TCS – це сукупність механізмів та електронних компонентів автомобіля, які призначені для запобігання прослизання основних коліс [32]. Активована система TCS не дає провідним колесам автомобіля буксувати у початку руху, різкому прискоренні, поворотах, поганих дорожніх умовах та швидкому перебудові [32]. Головна відмінність – ABS обмежує загальмовування коліс, а TCS навпаки пригальмовує колесо, що швидко обертається [32].

28) Система кругового огляду (Surround View system)

Система кругового огляду є допоміжною системою активної безпеки. Вона призначена для надання допомоги водієві при виконанні маневрування в обмежених умовах (паралельна паркування, перпендикулярне паркування, рух між рядами, вїзд на "сліпе" перехресття) [33]. Система кругового огляду є підсистемою мультимедійною системи автомобіля. Робота системи заснована на зйомці обстановки навколо автомобіля та виведенні відповідної інформації на інформаційний дисплей [33]. Система кругового огляду працює під час руху автомобіля на невеликій швидкості, при перевищенні заданої швидкості система автоматично вимикається.



Рис. 2.28 Система кругового огляду встановлюється, в здебільшого, на автомобілях преміум-сегменту [33].

29) Система розпізнавання сигналів світлофора (*Traffic Light Recognition*) Компанія Audi розробила систему розпізнавання роботи вуличних світлофорів, що допомагає водієві скоригувати свою подорож.

Система Audi Online запитує дані про роботу світлофорів на шляхи проходження автомобіля через інтернет-з'єднання та відображає водію швидкість руху, якої необхідно дотримуватись, щоб потрапити на перехрестя під час роботи сигнального сигналу світлофора [34].

За заявою Audi, використання нового комплексу дозволить скоротити кількість шкідливих викидів автомобіля приблизно на 15% [34]. За даними автовиробника, застосування нової системи в Німеччині здатне заощадити країні до 900 мільйонів літрів пального щорічно [34].



Рис. 2.29 - Компанія Audi розробила систему розпізнавання роботи вуличних світлофорів. [34].

30) Система розпізнавання дорожніх знаків (Traffic sign recognition) [35]

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 [35]. Дана система визначає дорожні знаки обмеження швидкості при їх проїзді і нагадує водієві поточну максимальну дозволену швидкість, якщо він рухається швидше [35]. Застосовувані на автомобілях системи розпізнавання дорожніх знаків мають типову конструкцію, яка включає відеокамеру, блок управління та засіб виведення інформації [35]. Зображення у вигляді знаку обмеження швидкості виводиться на дисплей комбінації. Ця система здатна розпізнавати обмеження швидкості, які діють певного виду транспорту [35].



Рис. 2.30 - Зображення у вигляді знаку обмеження швидкості виводиться на дисплей комбінації [35].

31) Попередження про неправильний напрямок руху (Wrong-way driver

warning, Wrong Way Alert)

Небагато помилок водія можуть призвести до таких катастрофічних наслідкам, як випадковий виїзд на бік багатосмугового шосе, призначену для руху транспорту у зустрічному напрямку [36].

ДТП, пов'язані з виїздом автомобіля на зустрічну смугу руху, часто закінчуються серйозними травмами чи загибеллю людей, адже при фронтальному зіткненні енергія двох, хто стикається автомобілів підсумовується. Згідно з офіційною статистикою ДІБДР, у 2017 р. виїзд на зустрічну смугу спричинив приблизно кожну 10 ДТП, в них гине приблизно кожний четвертий із жертв автомобільних аварій [3].

У ситуації, коли водій проїжджає між двома знаками «проїзд заборонено», встановленими на під'їзній дорозі автомагістралі, система Wrong Way Alert видає звуковий сигнал і виводить на приладову панель зображення забороняючого проїзду знака, а також текстове повідомлення з пропозицією перевірити правильність напрямку руху [36].



Рис. 2.31 Система Wrong Way Alert [36]

32) Асистент перевищення/ адаптації швидкості (Intelligent Speed Adaptation)

Ця система забезпечує рух автомобіля з дозволеною швидкістю певному ділянці дороги, тобто, система ISA допомагає водієві дотримуватися допустимі

швидкості руху. За заявами розробників, використання системи примусового обмеження. Швидкість може призвести до скорочення ДТП на 30% [37]. Розрізняють пасивну та активну системи інтелектуального регулювання швидкості: пасивна система попереджає водія про перевищення допустимою швидкості руху, а активна система регулювання швидкості автоматично коригує швидкість руху автомобіля, впливаючи на дросельну заслінку та (або) гальмівну систему [37].



Рис. 2.32 - Система ISA допомагає водію дотримуватися допустимою швидкості руху [37].

3.3) Система нічного бачення (Automotive night vision)

Система нічного бачення призначена для надання водію інформації про умови руху у темний час доби; система дозволяє розпізнавати всілякі перешкоди, учасників дорожнього руху, пішоходів на неосвітленій дорозі, а також подальшу траєкторію траси [38]. Система сирняє зняття навантаження з водія в умовах поганої видимості та забезпечує підвищення безпеки руху. У даний момент система Automotive night vision є опцією на легкові автомобілі преміум-класу. Принцип дії системи заснований на фіксації інфрачервоного (теплового) випромінювання об'єктів спеціальною камерою та його проєктування на дисплей у вигляді сірого масштабного образу [38].



Рис. 2.33 – Система нічного бачення (Automotive night vision) [38].

3.4) Відеореєстратор (Video Recorder)

Відеореєстратор - це маленька камера, доповнена мікрофоном, G сенсором, інфрачервоним підсвічуванням та іншими функціями, яку використовують для запису невеликих роликів з подальшим збереженням їх у окремих файлах [39]. Принцип роботи відеореєстратора простий: під час подачі живлення він у автоматичному режимі починає записувати відеос, тобто, е. при працюючому двигуні прилад виконує свої функції, після припинення подачі живлення реєстратор вимикається [39]. Цей пристрій фіксує час, дату та координати автомобіля.

Ця інформація дуже корисна при ДТП, при спірних ситуаціях дорогою.



Рис. 2.34 – Відеореєстратор у дії [39].

35) Автомобільна навігаційна система (Automotive navigation system)

Автомобільна навігаційна система призначена для визначення положення транспортного засобу, вибору та супроводу маршруту руху [40]. По своїй суті 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 та виведення інформації, приводами для підключення зовнішніх джерел даних [40]. Відмінною особливістю пристрою автомобільного навігатора є наявність навігаційного процесора. Крім перерахованих елементів до складу автомобільної навігаційної системи можуть бути включені модуль GPRS, Bluetooth, радіоприймач та ін. компоненти. Для введення та виведення інформації використовується сенсорний дисплей, який відрізняється швидкістю, багатofункціональністю та низьким енергоспоживанням. У штатній навігаційній системі для виведення інформації може використовуватися проєкційний дисплей штатної навігаційної системи здійснюється від бортової мережі автомобіля [40].



Рис. 2.35 – Автомобільна навігаційна система [40].

36) Сигнальні звуки електромобілів (Electric vehicle warning sounds)

Електромобілі переміщуються у просторі майже безшумно. ці машини харчуються від акумуляторів, в їх силових установках менше рухомих частин немає і газорозподільного механізму з вихлопом [41]. Коли електромобіль мчить

з великою швидкістю, його наближення можна почути через шум вітру і шарудіння шин. Але якщо він рухається повільно його почує навіть не кожен, хто перебуває в десятці метрів від нього. Згідно з дослідженням благодійної асоціації для допомоги незрячим Guide Dogs, для пішохода ризик бути збитим електромобілем або гібридним автомобілем на 40% вище ймовірності потрапити під машину із двигуном внутрішнього згорання [41]. Ці викладки підтверджує і експеримент Каліфорнійського університету в Ріверсайді:

вчені встановили, що за швидкості транспортного засобу на рівні 8 км/год дистанція між пішоходом і «гібридом», починаючи з якої перший міг вірно визначити звідки машина рухається, виявилася на 74% коротшою, ніж у випадку з автомобілем, оснащеним ДВЗ, тобто щоб зреагувати, у людини більше часу у запасі коли у дорожній ситуації бере участь стандартне авто [41]. цих машин на малих швидкостях.

Згідно з новими нормативами, при русі повільніше 20 км/год автомобіль повинен автоматично вмикати систему звукового оповіщення пішоходів; вона буде обов'язковою для всіх автомобілів з електричним двигуном, та водії не зможуть її відключити самостійно.



Рис. 2.36 Автомобілі з електродвигунами оснащують системами звукового оповіщення [41].

37) Система захисту пішоходів (Pedestrian protection system)

Система захисту пішоходів призначена для зменшення наслідків зіткнення пішохода з автомобілем при дорозньо-транспортній пригоді. Як будь-яка електронна система, система захисту пішоходів включає наступні конструктивні елементи: вхідні датчики, блок управління та виконавчі пристрої [42]. Як вхідні датчиків використовуються датчики прискорення: два-три такі датчики встановлюються у передньому бампері. Система може працювати як із власним електронним блоком управління, так і з блоком управління системи пасивної безпеки: кращим є використання блоку управління системи пасивної безпеки, що реалізується за допомогою інтегрованого програмного забезпечення [42].

Виконавчими пристроями системи захисту пішоходів виступають витяги капота, що встановлюються з двох сторін капота паралельно руху. Підйомники мають піротехнічний або пружинно-піротехнічний привід [42]. Принцип роботи системи захисту пішоходів заснований на відкритті капота при зіткненні автомобіля з пішоходом, чим досягається збільшення простору між капотом та частинами двигуна та відповідно зменшення травмування людини. Тобто піднятий капот виступає як подушка безпеки.

При зіткненні автомобіля з пішоходом датчики прискорення та контактний датчик передають сигнали до електронного блоку управління. Блок управління відповідно до закладеної програми за необхідності ініціює спрацювання піропатронів витягів капота [42].

Крім представленої системи на автомобілях для захисту пішоходів використовуються такі конструктивні рішення, що знижують травматизм під час зіткнення: "м'який" капот, безкаркасні щіпки, м'який бампер, похилий нахил капота та вітрового скла, збільшена відстань між двигуном та капотом [42].



Рис. 2.37 – Pedestrian protection system[42].

38) Датчик дощу світла (Rain & Light sensor)

Датчик дощу визначає наявність крапель води на вітровому склі. допомогою оптоелектронного методу вимірів. Принцип роботи датчика дощ складається в тому, що світло, вихідний від світлодіода, частково віддзеркалюється на поверхні скла і, сфокусувавшись через оптичний елемент, що потрапляє на фотодіод [43]. Якщо надворі сухо, весь світ відбивається назад і потрапляє на фотоприймач. Оскільки промінь модульований імпульсами, то на стороннє світло датчик не зреагує; кількість світла, яке потрапляє на фотодіод, змінюється, якщо скло вкрите краплями води або має водяну плівку [43]. Чим сильніше зволоження, тим менше відображення задомленого світла: внаслідок цього визначення кількості спадів використовують вихідний сигнал фотодіода [43]. Сенсор зчитує цю інформацію і контролер вибирає відповідний режим роботи склоочисника. Час реагування розпізнавання дощу, тобто. час, витрачений між розпізнаванням опадів та подачею вихідного сигналу на склоочисник становить менше 20 мс [43]

Датчик світла розпізнає в цілому зменшення чи збільшення освітленості та включає або вимикає світло фар. З різниці сигналів обох датчиків система, наприклад, може визначити, що автомобіль в'їжджає в тунель і, таким чином, світло фар включається не пізніше в'їзду в тунель. Система діє таким чином, що світло відключається лише тоді, коли Датчик світла визначить достатнє

значення освітленості. Якщо поряд з розпізнаванням світла активно також розпізнавання дощу, то система включає фари і за сильних опадів [43].



Рис. 2.38 – Датчик дощу та світла [43].

39) Система зв'язку між автомобілями

(Vehicular communication systems, V2V)

Одним із перспективних напрямів підвищення безпеки руху є розробка та впровадження системи комунікації між автомобілями [44]. Система є різновид бездротової мережі (WLAN, Wireless Local Area Network), якої виділяються два типи вузлів – транспортний засіб (автомобіль, мотоцикл) та об'єкти інфраструктури: світлофор, центр регулювання руху [44].

Для реалізації бездротового з'єднання на автомобіль встановлюється ряд конструктивних елементів – антена, приймач, передавач, блок управління, які можуть бути об'єднані в єдиний модуль WLAN [44]. Антена в модулі забезпечує бездротове з'єднання. Приймач і передавач відповідно приймають та передають інформацію. Основну роботу виконує блок керування. Він обробляє вхідні внутрішні (від автомобіля) та зовнішні (з мережі) сигнали, та перетворює їх у керуючі вихідні сигнали, які, у свою чергу, транслюються на автомобільну аудіосистему та інформаційний дисплей [44].

У системі С2С розрізняють кілька способів попередження водія: звуковий сигнал і кольорова смуга на панелі приладів, що змінює колір в залежності від ступеня небезпеки, звуковий сигнал та попереджувальний знак на центральній

консолю, панелі приладів [44]



Рис. 2.39 – Система комунікації між автомобілями [44].

40) Система курсової стійкості (ESP)

У сучасних автомобілях є безліч різних систем, які призначені для покращення безпеки на дорозі, одна з них - це система ESP або система курсової стійкості [45]. Система розроблялася з урахуванням ABS системи. Це комплекс, який з'єднаний з ABS; основна частина системи унікальна: сенсор, що відповідає за кут повороту кермового колеса. Робота системи курсової стійкості стає практично неможливою, якщо немає інформації про реальну станцію і поворотах авто. Так, коли є різні дані і показання кількох сенсорів, які стежать за кермом та кузовом, ESP починає автоматично гальмувати, щоб запобігти можливому занесенню [45]. Вона активує колодки і, злегка пригальмовуючи, допоможе машині знову стати на безпечний курс [45]. При цьому водій за кермом зможе не втрачати контроль за автомобілем. ESP система (якщо її не відключати навмисно) працює у будь-який момент часу і допомагає водієві. Постійно ведеться контроль за зчепленням з дорозий і за тим, щоб авто не

скодила з траєкторії

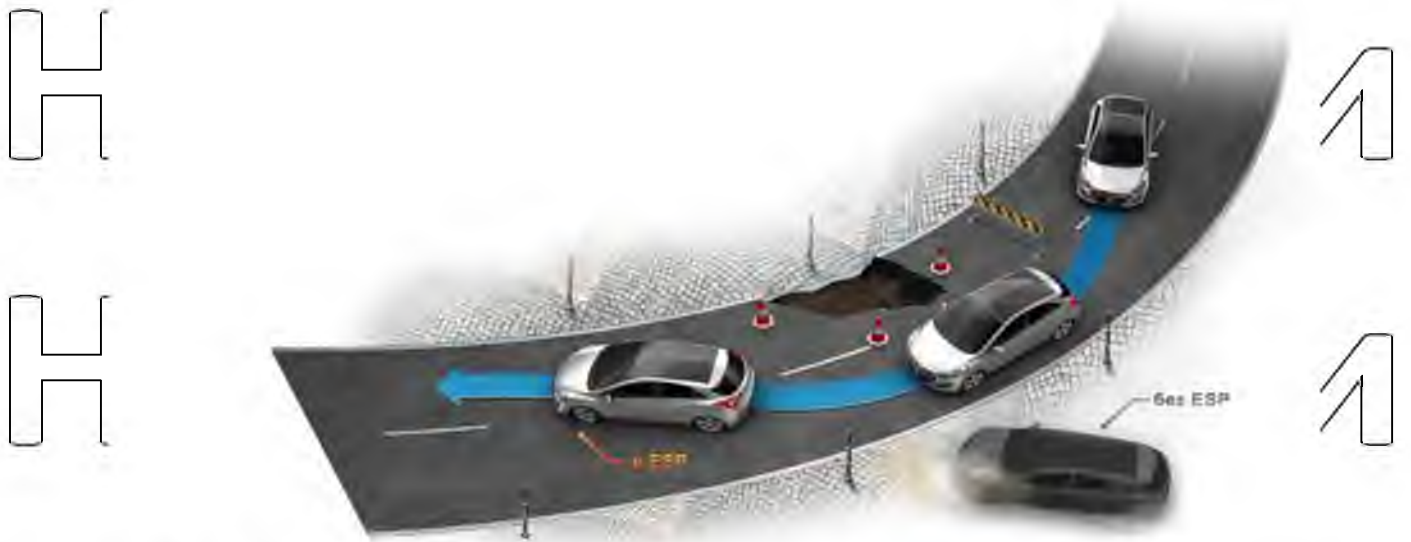


Рис. 2.40 – Унікальна система, яка врятувала вже мільйони життів [45].

41) Помічник руху з причепом (Trailerassist)

Маневрування з причепом під час руху заднім ходом є складним завданням навіть для досвідченого водія, тому її поява була очевидною. Конструктивно система Trailer Assist є подальшим розвитком паркувального автопілота з використанням камери заднього виду. Система маневрування з причепом, будучи електронною системою, включає вхідні пристрої, електронний блок управління та виконавчі пристрої [46]. До вхідних пристроїв системи відносяться селектор автоматичної коробки передач, клавіша-вимикач паркувального автопілота, перемикач положення дзеркал заднього виду, камера заднього виду [46]. Під час роботи системи на дисплеї комбінації приладів відображається поточне та задане положення причепа, що дозволяє контролювати процес. момент часу водій може відкоригувати напрямку руху причепа за допомогою перемикача положення дзеркал заднього виду [46].



Рис. 2.41 – Складне завдання стає простим [46].

42) Система розпізнавання багажника на даху (Roof rack detection)

Система виявлення багажника на даху Audi Q5 безпосередньо з блоком управління системи курсової стійкості (ESP). Коли ригелі встановлені, надсилається сигнал, який регулює керування відповідними параметрами відповідно до центру тяжкості. Коли ригелі не встановлені, ESP програма коригує динаміку, що дозволяє забезпечити більш комфортне водіння.



Рис. 2.42 – Система розпізнавання багажника на даху, Roof rack detection

[47]

43) Помічник бокового вітру (Crosswindstabilization)

Система стабілізації при бічному вітрі вчасно розпізнає зміщення зі смуги руху під впливом поривів бічного вітру та допомагає водію утримувати автомобіль на смугі руху [48]. Адже раптове усунення зі смуги руху може спровокувати водія на безладне рух кермом [48]. У зв'язку з цим при досягненні швидкості 80 км/год система стабілізації при бічному вітрі починає автоматично коригувати курс автомобіля [48]. Це дозволяє значно скоротити зміщення автомобіля зі смуги руху та повністю згладити або редукувати вплив поривів бічного вітру [48].



Рис. 2.43 – Помічник бокового вітру [48].

2.2. Місце інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS в автомобілях майбутнього на думку інженерів світового автопрому

Основна мета розвитку супутніх безпілотних технологій, відповідних навігаційних додатків та систем – це безпека. Надачі водіння автономного автомобіля буде більше безпечніше, ніж керування звичайним. Тим самим зберігатимуться мільйони людських життів. Розумні, автономні автомобілі будуть безпечнішими і, відповідно, вигідніше. Більшість автовиробників пропaгують ідею автономних транспортних засобів та споживчий ринок зацікавлений у таких машинах. За даними аналітичного агентства Автостат, на

сьогодні 60% американських споживачів уже готові купити автономну машину, а 70% готові одержати її на тест-драйв; за прогнозами Boston Consulting Group, до 2025 року у світі буде понад 12 мільйонів автономних машин [49].

Одним із важливих факторів також є зростаюча незатребуваність власного автомобіля. Різні дослідження показують, що на відміну, від телефону, який працює майже 80% часу, автомобіль використовується власником лише з 4% [49]. У багатьох країнах автомобіль – це другий за вартістю актив після квартири, а люди користуються їм зовсім мало.

Нижче наведено синтез прогнозу майбутнього автомобільної індустрії з 2023 до 2030 рр. на основі думок інженерів світового автопрому.

Таблиця 2.2 – Синтез прогнозу майбутнього автомобільної індустрії з 2023 по 2030 р. на основі думок інженерів світового автопрому [49].

Рік	Прогноз	Передумови	Компанія-розробити-чик	Впроваджен-ня рішення	Опис рішення
2023	Почнеться прощання з кермом	За один кілометр шляху кожна камера автономного автомобіля збирає 100 Гб інформації. Щоб оперативного працювати з таким масивом даних створено DRIVE Pegasus - суперкомп'ютер для машин з автопілотом, який поєднує величезну продуктивність (320трлн. операцій у секунду) з високою енергоефективністю (1 трлн операцій на 1 Вт).	Bosch, NVIDIA, Mercedes-Benz, General Motors	General Motors Cuaise AV	General Motors Cuaise AV буде мати 5 лідарів, 21 радар і 16 відеокамер, які дозволять автомобілю контролювати все, що відбувається навколо, та 10 раз на секунду коригувати параметри свого руху, прораховуючи можливі маневри сусідів по потоку, потуючи кілька траєкторій свого шляхи

2020	У ДТП перестануть гинути учасники дорожнього руху	Системи захисту пасажирів та підстрахування водія досягнуть необхідного рівня	Volvo, Subaua	Volvo XC90	Volvo XC90 з просунутими системами автономного управління та постійним зв'язком з хмарним сервісом картографічно ми даними. Система оснащується двома кольоровими стереокамерами, що сканують дорогу на 110 м не буде залежати від погодних умов та часу діб
2021	Повсюдний перехід на 4-й рівень автономності	Автомобіль буде впоратися з усіма завданнями, необхідними для водіння	Audi, BMW, Volvo, Ford, Hyundai та ін.	Audi A8	Система автоматизації водіння стежитиме за зовнішньою середовищем
2022	Прощання з дизелем	На тлі зростання популярності гібридів і електрокарів, а також загального тренда на виживання в міст автомобілів на тяжкому паливі (з 2025 року таким машинам буде заборонено в'їзд у центральні райони Парижа, Мадрида, Афін та Мехіко) від дизельних моторів планується відмовитися.	Fiat, Chrysler, Jeep, Maserati Alfa Romeo, Volvo, Subaua, Toyota та ін.	Toyota FC Bus	Працюватиме на водневих паливних елементах. Висока потужність та велика ємність подачі електроенергії дозволять використовувати автобуси як мобільне аварійне джерело живлення у разі стихійних лих.

Продовження таблиці 2.2

2023	Нові краш-тести	Встановлення систем V2X планується зробити обов'язковою для всіх нових машин у США. за плану EuroNCAP, у Європі обов'язковими стануть системи автоматичного рулювання та гальмування в екстрених ситуаціях та система виявлення залишеного без нагляду дитини в салон;	Ні даних	Немає даних	Ні даних
		посилюватимуться вимоги до краш-тестів, що імітують наїзд на людину, що має підштовхнути виробників активніше впроваджувати підкапотні подушки безпеки, що пом'якшують удар.			
2024	Електрокари стануть дешевше від конкурентів	Деякі електромобілі будуть пропонуватися за цінами вигіднішими, ніж їх автомобілі з ДВС. Зріст ринку та конкуренція з боку китайських виробників (У Пекіні до 2020 року планують відкрити вже 5 млн зарядних станцій) потягне ціни вниз	Ні даних	Немає даних	Ні даних
2025	Світові продажі машин з автоплотом складуть 600 тисяч рік	Повністю автономний автомобіль стане реальністю. Майбутнє вантажного транспорту в платонінг - рух автономних або напівавтономних машин колоною, яка керується першою з вантажівок.	Renault-Nissan-Mitsubishi, КАМАЗ	Немає даних	Автономний легковий та вантажний транспорт

2026	Нові акумулятори	Сьогодні у світі будується кілька десятків мегафабрик з виробництва літій-іонних батарей, але поки неясно, як їх переробляти (до 2030 року накопичиться біля 11 млн т відходів). З'явиться новий вид акумуляторів на основі твердих електродів	Renault, Nissan, Mitsubishi, BMW	Немає даних	Технологія нових акумуляторів повинна збільшити потужність батарей на 15-20% та зробити їх набагато легше
2027	Таксі позбудуться таксистів і подешевшають	Одночасно постійне використання сервісів, як наприклад, Uber стане вигідним її, чим володіння автомобілем аналогічного класу	Uber, Audi	Концепт-кар Audi Alcon	Салон буде нагадувати кабінет чи в'їздно
2028	Шини «порозумнішають» і «позеленіють»	Шини майбутнього: - органічні, - безповітряні - виготовляються ми з біоматеріалів	Michelin	Немає даних	Шини можна "перемикати" із зимового в літній режим та друкувати на них будь-який малюнок, протектора, не знімаючи з автомобіля.
2029	Штучний інтелект зрівняється з людським	Люди перестануть отримувати права, а автомобілі будуть вибирати по тому софту та програм, які вони підтримують. Чим кращі програми на борту, тим краще машина	«Лабораторія Касперського» і компанія AVL	Немає даних	До числа систем безпеки будуть входити антивіруси
2030	Повний автопілот і літаючі таксі	Людство пересяде на літаючі машини	Land Rover, Uber, Airbus, Volocopter	Позашляховики Land Rover	Ефективна доставка пасажирів у будь-який час доби і з будь-якої дороги

Висновки другого розділу

1) Системи інтелектуальної допомоги водієві ADAS служать для попередження аварійно небезпечних ситуацій та ДТП за допомогою оцінки дорожньої ситуації та своєчасного інформування водія, як наприклад:

- при ймовірності наїзду на велосипедиста або пішохода при попаданні їх на траєкторії руху автомобіля;
- при недотриманні швидкісного режиму, регламентованого дорожніми знаками та і т.д.

2) Системи допомоги водієві ADAS є ефективним рішенням для пасажирського та комерційного транспорту в частині активної безпеки.

3) Як видно з синтезу прогнозу автомобільного майбутнього, заснованого на думці інженерів світового автопрому вже до 2021 р. розпочнеться повсюдний перехід на 4-й рівень автономності, до 2029 р. штучний інтелект зрівняється з людським і до 2030 м. повний автопілот і літаючі таксі стануть нормою.

4) Позитивні результати дослідження щодо зниження кількості ДТП через впровадження тієї чи іншої системи ADAS, економічні показники та нововведені вимоги за методикою EuroNCAP говорять на користь подальшого розвитку застосовності інтелектуальної системи допомоги водієві ADAS світовий автопром.

3. Перспективи застосування інтелектуальних систем допомоги водієві в автомобілях DAEWOO

3.1. Аналіз застосування інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS на автомобілях, що випускаються. DAEWOO

Модельний ряд DAEWOO 2023 представлений 5 моделями: Granta, Vesta, XRAY, Largus, 4x4, які включають 20 модифікацій (Рис. 3.1).



Granta 2013-2015



Lanos 1997-2009



Lanos Hatchback 1997-2009



Lanos Pick-up 2008-2009



Matiz 2002-2015



Nexia 1999-2008



Nexia N150 2008-2014



Sens 2002-2008



Sens Pick-up 2008-2008

Рис. 3.1 – Модельний ряд автомобілів DAEWOO [50].

Як видно з представленого малюнку 3.1 модельний ряд DAEWOO представлений малим, малим середнім класом, позашляховиками, комерційних автомобілів. Синтезувавши інформацію щодо оснащення інтелектуальними системами допомоги водієві ADAS на автомобілях DAEWOO, виявилися такі результати, подані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Синтез застосування систем інтелектуальної допомоги

Система ADAS	DAEWOO 1	DAEWOO 2	DAEWOO 3	DAEWOO 4	DAEWOO 5	DAEWOO 6	DAEWOO 7	DAEWOO 8	DAEWOO 9	DAEWOO 10	DAEWOO 11	DAEWOO 12	DAEWOO 13	DAEWOO 14	DAEWOO 15	DAEWOO 16	DAEWOO 17	DAEWOO 18	DAEWOO 19	DAEWOO 20	DAEWOO 21
Антиблокувальна система гальмів (ABS)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Асистент дотормаживання (BAS)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Система електричного контролю стійкості (ESC)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Противобуксовочна система (TCS)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Система карти Трощани на польові (HSA)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Датчик дождю і снігу	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Круїз-контроль	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Камера заднього виду	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Датчик парковки задньої	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Система контролю тиску в шинах (TPMS)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Експорт	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

виробництво у 2015 р. та пізніше, такі як Vesta, XRAY, нова Granta, оснащені найнеобхіднішими системами, які сприяють комфортному, безпечному керуванню автомобілем - антиблокувальною системою гальм (ABS), асистентом гальмування (BAS), системою електронного контролю стійкості (ESC), протибуксувальною системою (TCS), системою під час торкання підйомі (HSA).

Автомобіль підвищеної прохідності DAEWOO 4x4, що серійно випускається вже більше 42 років, має у складі своїх технічних характеристик антиблокувальну систему гальм (ABS) і помічника гальмування (BAS). Лідерами за кількістю інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS лінійці DAEWOO є ті ж Vesta і

XRAY: дев'ять систем, в числі яких датчики дощу та світла, круїз-контроль, камера заднього виду, задні датчики паркування.

Такі компанії, як "ПромТех", "ВІС", "Людор", "Інвест-авто", на базі автомобілів DAEWOO випускають автомобілі з бортовими платформами з заднім бортом, що відкривається, з бортовими платформами з жорсткою пластиковою надбудовою, обладнані піднімається вгору задніми дверима і т. д., що перетворює їх на комерційний транспорт і транспорт спеціального призначення, що активно використовується не тільки малим і середнім бізнесом, а й великими промисловими підприємствами (Рис. 3.2).

З погляду оснащення інтелектуальними системами допомоги водієві ADAS комерційних та спеціальних автомобілів DAEWOO, необхідно наголосити, що з 19 модифікацій, за винятком однієї, всі оснащуються антиблокувальною системою гальм (ABS), 9 з їх доповнено також асистентом догальмування (BAS) та електронною системою розподілу гальмівних зусиль (EBD). Відеореєстратор і система заднього відеоспостереження ставляться лише на двох модифікаціях: відеореєстратор на медичному автомобілі Largus, система заднього відеоспостереження – на автомобілі 4x4 спеціальному, броньованому.

Варто зазначити, що лише в одній модифікації - DAEWOO 4x4 снігоболотохід - інтелектуальні системи допомоги водієві ADAS повністю відсутні (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 - Синтез застосування систем допомоги водієві ADAS в

спеціальних та комерційних автомобілях на базі автомобілів DAEWOO

Система ADAS	DAEWOO 1	DAEWOO 2	DAEWOO 3	DAEWOO 4	DAEWOO 5	DAEWOO 6	DAEWOO 7	DAEWOO 8	DAEWOO 9	DAEWOO 10	DAEWOO 11	DAEWOO 12	DAEWOO 13	DAEWOO 14	DAEWOO 15	DAEWOO 16	DAEWOO 17	DAEWOO 18	DAEWOO 19
Антиблокувальна система гальмів (ABS)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Асистент догальмування (BAS)	+	+	+										+	+		+	+	+	+
Електронна система розподілення гальмівного зусилля (EBD)	+	+	+										+	+		+	+	+	+
Відео-реєстратор							+												
Система заднього відеоспостереження																			+

3.2. Споживча оцінка існуючих систем інтелектуальної допомоги водієві ADAS

З метою розуміння ставлення звичайних споживачів до інтелектуальним системам допомоги водію ADAS і подальшої роботи по напрямкам активної та пасивної безпеки автомобіля розроблено спеціальна анкета. Опитано 50 осіб, пов'язаних із автомобільної промисловості. Серед переваг даного анкетування можна виділити:

- широке охоплення респондентів від автолюбителів-початківців до висококваліфікованих професіоналів у автомобілебудуванні;
- гарантована анонімність і, як наслідок, велика ймовірність достовірності отриманої інформації;
- можливість проведення дослідження та отримання результатів у протягом короткого періоду часу.

Анкетування проводилося заочно: респонденти могли заповнити їх у будь-який час протягом відведеного терміну. Кожна анкета спочатку занитувача

інформацію за віком, статтю, вмінням водити автомобіль, стажу водіння. Далі йшло короткий пояснення того, що розуміється під інтелектуальними системами ADAS. Потім респондентам необхідно було відповісти на такі питання стосовно систем ADAS: чув (-ла), користувався (-ась), хотів (-а) б мати в автомобілі.

Формат відповідей складався з “так” та “ні”. Додатково наприкінці анкети респондентам пропонувалося поміркувати на тему тих систем, які вони хотіли б бачити в автомобілі, непередставлених у додається таблиці.

Анкета видавалась на паперовому носії; приклад заповненої анкети знаходиться у вкладенні до даної магістерської.

Зворотний зв'язок із споживачами – це важлива складова успіху діяльності будь-якої компанії. Адже прийняти якесь управлінське рішення, переконатися у його своєчасності чи правильності досить непросто без достовірної інформації.

Синтез одержаних результатів анкетування респондентів, зайнятих в автомобільній промисловості, перебуває у таблицях 3. 3 – 3. 8.

Таблиця 3.3. - Загальна інформація з жінок-респондентам

Жінки, 16 людина													
Вік					Водять автомобіль		Стаж водіння (Рік)						
18-25	25-30	30-40	40-50	50 і старше	так	ні	Менш року	1-3	3-5	5-10	10- 20	Більше 20	
2	4	6	2	2	12	4	0	1	0	6	3	2	

Таблиця 3.4. - Результати опитування жінок-респондентів

Система ADAS	Чула	Користува- лася	Хотіла б мати в автомобілі
1	2	3	4
Система контролю тиску в шинах	14	8	14
Помічник догальмовування	10	12	11
Система визначення перешкод	9	3	14
Продовження таблиці 3.4			
1	2	3	4
Система розпізнавання рухомих об'єктів	4	0	12
Система допомоги при повороті	7	0	13

Помічник проїзда перехрестьків	2	0	14
Система допомоги при виїзді з паркування заднім ходом	13	1	16
Система розпізнавання пішоходів	6	1	12
Система превентивної безпеки	3	0	10
Круїз контроль / Адаптивний круїз контроль	12	3	12
Аджомаок	10	0	10
Аджомаок	14	0	2
Помічник спуску зі схилу	4	1	11
Асистент рухів пробі	6	1	13
Магістральний автопілот	7	0	12
Адаптивна система освітлення	7	3	12
Система автоматичного перемикання далекого/ближнього світла	8	1	12
Система контролю сліпих зон	6	3	14
Система допомоги при перебудові	5	1	11
Система контролю сходу зі смуги руху	6	1	14
Система утримання в смугі	4	1	8
Система контролю втоми водія	5	2	9
Екстрений помічник водія	5	0	9
Система допомоги при парковці	14	3	16
Система допомоги при паркуванні з дистанційним управлінням	6	2	13
Асистент паркування з причепом	3	0	10
Антиблокувальна система гальм	16	16	15
Система кругового огляду	10	4	14
Система розпізнавання сигналів світлофора	3	0	9
Система розпізнавання дорожніх знаків	4	0	13
Попередження про неправильне напрямку руху	0	0	10
Помічник перевищення/адаптації швидкості	7	1	16
Система нічного бачення	5	2	15
Відеореєстратор	16	11	14
Автомобільна навігаційна система	6	7	16
Сигнальні звуки електромобілів	2	0	6
Система захисту пішоходів	5	2	12
Датчик дощу та світла	13	7	15
Система зв'язку між автомобілями	2	0	8
Система курсової стійкості	9	4	13
Помічник руху причепом	2	0	7
Продовження таблиці 3.4.			
Система розпізнавання багажника на даху	2	3	4
	0	0	4

Помічник бокового вітру

1

0

10

Таблиця 3.5 Пропозиції щодо систем ADAS жінок-респондентів

Пропозиції щодо систем ADAS	
• Система голосового управління	
• Додаткова система визначення п'яного водія	
• Асистент допомоги з пасажиром-дітьми (зчитування їх руху, як тільки втомилася і притихли, мультимедія знижує рівень звуку автоматично)	
• Система допомоги при обгоні: датчик дає зрозуміти, що можна, можливо йти на обгон, тобто. рухомих перешкод як перешкоди ні	

Таблиця 3.6. Загальна інформація з чоловікам-респондентам

Чоловіки,
34 людини

Вік					Водять автомобіль		Стаж водіння (Рік)					
18-25	25-30	30-40	40-50	50 і старше	так	ні	Менш року	1-3	3-5	5-10	10-20	Більше 20
4	5	17	5	3	31	3	1	4	5	17	4	

Таблиця 3.7. Результати опитування чоловіків-респондентів

Система ADAS	Чув	Користувався	Хотів би мати в автомобілі
1	2	3	4
Система контролю тиску в шинах	33	12	32
Помічник догальмовування	22	10	28
Система визначення перешкод	28	6	25
Система розпізнавання рухомих об'єктів	29	0	26
Система допомоги при повороті	22	3	20
Помічник проїздаперехрестків	7	0	12
Система допомоги при виїзді з паркування заднім ходом	23	5	21
Система розпізнавання пішоходів	25	3	26
Система превентивної безпеки	14	1	24
Круїз контроль / Адаптивний круїз контроль	29	11	5
Алкозамок	12	2	5
	29	0	4

Продовження таблиці 3.7.

	2	3	4
--	---	---	---

Помічник спуску зі схилу	22	6	10
Асистент рухів пробі	16	1	9
Магістральний автопілот	10	0	13
Адаптивна система освітлення	26	7	4
Система автоматичного перемикання далекого/ближнього світла	26	4	25
Система контролю сліпих зон	29	6	30
Система допомоги при перебудові	21	3	24
Система контролю сходу зі смуги руху	21	5	21
Система утримання в смузі	19	1	20
Система контролю втоми водія	27	2	23
Екстрений помічник водія	7	0	21
Система допомоги при паркувці	34	15	31
Система допомоги при паркуванні з дистанційним управлінням	19	1	18
Асистент паркування з причепом	8	0	5
Антиблокувальна система гальм	34	22	31
Система кругового огляду	30	6	30
Система розпізнавання сигналів світлофора	19	0	16
Система розпізнавання дорожніх знаків	21	1	24
Попередження про неправильне напрямку руху	6	1	19
Помічник перевищення/адаптації швидкості	24	8	18
Система нічного бачення	26	0	28
Відеореєстратор	34	23	31
Автомобільна навігаційна система	34	24	33
Сигнальні звуки електромобілів	15	1	20
Система захисту пішоходів	22	1	26
Датчик дощу та світла	29	21	24
Система зв'язку між автомобілями	13	2	19
Система куревої стійкості	29	18	33
Помічник руху причепом	11	0	14
Система розпізнавання багажника на даху	2	0	8

Таблиця 3.8. Пропозиції щодо систем ADAS респондентів-чоловіків

Пропозиції щодо систем ADAS

- Повністю автономний автомобіль

- Повне блокування водіння п'яного водія
- Система допомоги запуску автомобіля в холодну погоду, підігрів олії у двигуні та коробці передач до запуску автомобіля
- Система, що попереджає про пробки/аварії на дорозі
- Система, що попереджає про екіпаж ДПС
- Система, що допомагає зловити "зелену хвилю": дає підказки про необхідної швидкості, щоб проходити всі світлофори на зелене світло
- Система евакуації пасажирів при ДТП
- Індикатор з проекцією кута повороту керма для позату їдучого транспорту
- Алкотестер розширений
- Система знешкодження небезпечного пасажирів
- Система випереджаючого попередження наявності ППС на дорозі
- Система розпізнавання стилю водіння
- Система адаптації положення водія
- Система повністю автоматичного паркування
- Система контролю якості повітря у салоні

З проведеного соціопитування можна зробити такі висновки:

за жінкам-респондентам:

- всього опитаних – 16 людина;
- основна кількість опитаних – віком від 30 до 40 років;
- переважна більшість водить автомобіль (тільки 4 респонденти не водить автомобіль);
- більша кількість респондентів має стаж водіння від 5 до 10 років;
- найбільш впізнаваними у жінок стали такі системи ADAS, як антиблокувальна система гальм і відеореєстратор: все 16 опитаних чули про них;
- щодо систем, які вони перевірили у дії самі, тут лідерські позиції займає все та ж антиблокувальна система гальм та асистент догальмовування;
- із перерахованих в анкеті систем усі респондентки хотіли б мати систему допомоги при виїзді з паркування заднім ходом, систему допомоги при паркуванні, асистента перевищення/адаптації швидкості та автомобільну навігаційну систему;
- 100% усіх опитаних не чули про систему попередження про неправильний напрямок руху та систему розпізнавання багажника на даху;
- 16 систем (таких, як, наприклад, як система зв'язку між автомобілями та

розпізнавання дорожніх знаків) ніхто не перевіряв у дії;

- найбільш непопулярним в якості можливого обладнання названо алкозамок та систему розпізнавання багажника на даху: за них свої голоси віддали 2 та 4 особи відповідно.

за чоловікам-респондентам:

- всього опитаних – 34 особи;

- основна кількість опитаних – віком від 30 до 40 років;

- переважна більшість водить автомобіль;

- більша кількість респондентів має стаж водіння від 5 до 10 років;

- найбільш впізнаваними у чоловіків стали такі системи ADAS, як антиблокувальна система гальм, відеореєстратор і автомобільна навігаційна система: всі 34 опитаних чули про них;

- лідерські позиції щодо систем, які вони перевірили у дії самі, займають:

антиблокувальна система гальм (22 респондента), відеореєстратор (23 респондента) та автомобільна навігаційна система (24 респондента);

- з перерахованих в анкеті систем переважна більшість респондентів хотіло б мати у своєму автомобілі систему курсової стійкості, систему допомоги при паркуванні та систему контролю тиску в шинах;

- 32 опитаних не чули про систему розпізнавання багажника на даху;

9 систем (таких, як, наприклад, система розпізнавання рухомих об'єктів, магістральний автопілот) ніхто не перевіряв у дії;

- Самим непопулярним як можливе обладнання названі алкозамок і адаптивна система освітлення: за них свої голоси віддали по 4 людини.

Далі проведено анонімне бліц-опитування, яке охопило 77 осіб, метою якого стало ставлення споживачів, власників автомобілів, до рейтингів безпеки при виборі того чи іншого автомобіля

(Діаграма 3.1). Респондентами стали як жінки (27 осіб), так та чоловіки (50 осіб). В усній формі їм було задано питання: “Чи орієнтуєтесь Ви на рейтинги безпеки при виборі автомобіля?” з трьома можливими варіантами відповіді: так, обов'язково; коли як, ні, не думаю про це. Більшість тих, хто взяв участь в

опитуванні, 33% (40 людина) обрало перший варіант відповіді; на другому місці, 21% опитаних (28 осіб) відповідь "коли як"; 9 осіб (7%) не орієнтуються на рейтинги безпеки під час вибору автомобіля. Таким чином, однозначно можна зробити висновок, що нинішній споживач хоче не лише володіти інформацією про конструктивні, технічні характеристики майбутнього автомобіля, що купується, але хоче знати, наскільки він безпечний.

Чи орієнтуєтеся Ви на рейтинг безпеки при виборі автомобіля?



Опитування 77 чоловік, які володіють автомобілями

Діаграма 3.1. - Опитування власників автомобілів за рейтингами безпеки

3.3. Оцінка можливості розширення застосування інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS на автомобілях DAEWOO

Разом з усім світом стрімко змінюється автомобільна промисловість. Нові технології витісняють старі. Технології увійшли до всіх сфер життя і тому в наші дні автовиробники активно реагують на світовий інноваційний тренд. Сучасний автомобіль за своєю природою є пристрій підвищеної небезпеки. Враховуючи соціальну значущість автомобіля та його потенційну небезпека при експлуатації, виробники оснащують свої автомобілі засобами, що сприяють підвищенню його

безпеки. Надійність та справність кожного транспортного засобу на дорозі забезпечує безпеку дорожнього руху загалом. Безпека автомобіля безпосередньо залежить від його конструкції, активної та пасивної безпеки. У частині регулювання активної та пасивної безпеки автомобіля транспортні засоби, що виводяться на ринок країни на законодавчому рівні ґрунтуються на Технічному регламенті Митного Союзу [55].

Технічний регламент Митного Союзу - документ, прийнятий Євразійською економічною комісією, що застосовується і виконується на території Євразійського економічного Союзу та що встановлює обов'язкові для спілки (САЕС) вимоги до об'єктів технічного регулювання. Існує єдиний перелік продукції, щодо якої встановлюються обов'язкові вимоги у межах Союзу та національного законодавства [55]. На сьогоднішній день діють положення "Про безпеку колісних транспортних засобів" (зі змінами на 16 лютого 2018 року).

Атовиробники стають все більш зацікавленими в незалежній оцінці своєї продукції, яка негласно допомагає їм покращувати відношення до іміджу своїх брендів. Більше споживачів, при виборі нового автомобіля звертають увагу також на результати краш-тестів незалежних комітетів, таких як EuroNCAP і, з недавнього часу, ARCAP.

EuroNCAP (англ. The European New Car Assessment Programme, Європейська програма оцінки нових автомобілів) - європейський комітет із проведення незалежних краш-тестів авто з оцінкою активної безпеки та пасивної безпеки [56].

ARCAP - (англ. Autoreview Car Assessment Program) - незалежний рейтинг пасивної безпеки автомобілів, що складається газетою «Авторевю» на основі тих, що проводяться на кошти видання краш-тестів [57]. Наразі обговорюється перехід рейтингу ARCAP із рейтингу "Авторевю" до загальноукраїнського рейтингу [58].

Розглянемо детальніше Технічний регламент Митного Союзу 018/2011 "Про безпеку колісних транспортних засобів", EuroNCAP та ARCAP з точки зору розвитку застосування інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS на

автомобілях DAEWOO.

Технічний регламент Митного Союзу (ТРТС) 018/2011 "Про безпеку колісних транспортних засобів" - це регламент у цілях захисту життя та здоров'я людини, майна, охорони навколишнього середовища та попередження дій, що вводять в оману споживачів, встановлює вимоги до колісних транспортних засобів, незалежно від місця їх виготовлення, при їх випуску в обіг та знаходженні в експлуатації на єдиній митній території Митного союзу [55].

Слід зазначити, що у редакції Технічного регламенту Митного Союзу 018/2011 "Про безпеку колісних транспортних засобів" від 09 грудня 2011 р.

стосовно вимог безпеки згадується забезпечення автомобіля системою ABS, першою з інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS, прийнятих до уваги на законодавчому рівні. Тому що автовиробник націлений на збут своєї продукції також зарубіжні країни (зокрема країни Європи), то йому необхідно

враховувати локальні вимоги щодо безпеки тієї чи іншої експортної держави. В даному випадку, автовиробник повинен звертатися до вимог безпеки транспортних засобів у рамках директив Європейського Союзу та/або країни передбачуваного експорту. Нижче представлений синтез прогнозу термінів та перспектив вступу до силу вимог щодо оснащення транспортних засобів ADAS


країнах Євразійського Економічного Союзу (ЄАЕС), а також у країнах ЄС [55].

Таблиця 3.9 - Синтез прогнозу термінів та перспектив набуття чинності

вимог щодо оснащення транспортних засобів ADAS у країнах Європейського Союзу (ЄС) та Євразійського Економічного Союзу (ЄАЕС), стосовно МС категорії М1 [55].

Система ADAS	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Автоматичне екстрене гальмування (нерухома і перешкода, що рухається) в ЄС вимоги вже діють з 2015 р.									
Розпізнавання пішоходів із функцією гальмування									
Розпізнавання мотоциклів із функцією гальмування									
Система утримання автомобіля на смузі руху									
Система моніторингу стану водія									
Немає даних щодо вимог ЄАЕС									
Система контролю тиску в шинах у ЄС вимоги вже діють із 2016 м.									
Помічник перевипередження/адаптації швидкості									

 Вимоги ЄС

 Вимоги ЄАЕС

Таким чином конкретно до автомобілів DAEWOO, що належать до категорії автотранспортних коштів М1, у найближчі три роки автовиробнику необхідно звернути увагу на впровадження таких систем, як автоматичне екстрене гальмування (нерухоме і перешкода, що рухається), інтелектуальну адаптацію швидкості на підставі лічених дорожніх знаків, систему утримання автомобіля на смузі руху, помічника перевипередження/адаптації швидкості. Про автомобілі, що йдуть на експорт до Європи, вимоги щодо цих систем вже мають бути дотримані. Щодо систем розпізнавання пішоходів з функцією гальмування, розпізнавання мотоциклів з функцією гальмування та контролю тиску в шинах, їх автовиробнику необхідно буде врахувати при проектуванні майбутніх нових моделей DAEWOO, виходячи з ними на вітчизняні та зарубіжні ринки.

Звернемося до оцінки безпеки автомобіля за версією EuroNCAP. У 2017 виповнилося 20 років з того моменту, коли організація Euro NCAP провела свої перші незалежні краш-тести автомобілів. З тією пори було розбито понад 1800 машин, і, як стверджується, ці випробування дозволили врятувати 78 000 життів.

Можна сказати, що кожен розбитий автомобіль врятував 43 особи [56]. Нижче представлений синтез основних даних про організацію EuroNCAP.

Таблиця 3.10 – Основні дані щодо EuroNCAP

Дата заснування комітету	Виробувальні центри	Кількість автомобілів для проведення краш-тестів в рік	Джерело фінансування	Виробовувані моделі
2007	7 за Європі	Близько 40	Бюджет Німеччини, Франції, Великобританії, Швеції, Нідерландів, Каталонії, громадських організацій, німецьких та французьких автовиробників	Будь-який екземпляр без попереднього повідомлення з конвеєра заводів

Звернемося до синтезу методики проведення краш-тестів за версією EuroNCAP (таблиця 3.11).

Таблиця 3.11 – Синтез методики проведення краш-тестів за версією EuroNCAP [56]

Вид випробування	Момент моделювання ситуації на дорозі, принцип проведення	Мета проведення	Швидкість автомобіля	Відсоток перекриття	Тип манекенів та їх посадка	Примітка
1. Фронтальний удар про зминається бар'єр	Зіткнення двох машин рівної маси зі зустрічною швидкістю 110 км/год	Оцінка деформації клітини салону, здатності погасити удар	64 км/год	40% (с водійської сторони)	Спереду - манекени 2 дорослих чоловіків (модель Hybrid-III), ззаду два дитячих манекени 6 і 10 років (моделі Q6 та Q10) у кріслах та бустерах відповідно, або обидва на бустерах.	Залишається незмінним за всю історію проведення краш-тестів; імітація найбільш типових умов ДТП, в яких люди отримують серйозні травми чи гинуть
2. Фронтальний удар про ботонну стіну	Зіткнення з нерухомою перешкодою	Перевірка навантаження від утримуюч	56 км/год	100%	За кермом та на одному із задніх місць – жіночі	

		их систем ременів та подушок безпеки на появу зусиль, здатних травмувати жінок			манекени невисокого зросту (модель Hybrid-III 05F)	
3. Бічний удар об бар'єр	Візок з бар'єром, що деформується, врізається в бічну частину автомобіля з боку водія	Оцінка міцності змінюється конструкції кузова	50 км/год	-	За кермом чоловічий манекен серії WorldSID, на задніх місцях - два дитячих манекени 6 і 10 років (моделі Q6 та Q10) у кріслах та бустерах відповідно, або обидва на бустерах.	Вага візка - 1300 кг; що сидять з боку водія від точки удару відокремлюють кілька десятків сантиметрів
4. Бічний удар про стовп	Водій втрачає управління та в машину в бічному ковзанні врізається в щоглу міського освітлення чи інша нерухома перешкода невеликої ширини	Оцінка міцності конструкції кузова	32 км/год	-	За кермом чоловічий манекен серії WorldSID	Діаметр стовпа - 254 мм; удар доводиться на водійські двері
5. Удар ззаду (стендові випробування крісел)	Кузов автомобіля не бере участь; крісло з пристебнутим манекеном відчувають на платформі на рейках	Оцінка навантаження на шию	16-24 км/год		Спеціальний манекен BioRID	
6. Тест на безпеку пішоходів	Імітація наїзду на пішохода на швидкості 40 км/год автомобілем, що раптово починає гальмування (спокійне, різке та екстремне). Передній бампер піддається "обстрілу" за	Оцінка навантаження на пішохода	40 км/год			

краш-тестах, були синтезовані результати саме 2015 р. краш-тестів автомобілів, які відносяться до тих же сегментів, що й автомобілі DAEWOO: компактні автомобілі для міста, невеликі сімейні автомобілі, великі сімейні автомобілі, невеликі позашляховики, родстери та спортивні автомобілі (таблиця 3.13)

Таблиця 3.13 - Синтез результатів з краш-тестів автомобілів, які відносяться до тих же сегментів, що й автомобілі DAEWOO
Компактні автомобілі для міста

Автомобіль	Зоряний рейтинг	Захист дорослих	Захист дітей	Захист пішоходів	Системи допомоги безпеки
Honda Jazz	5/5	93%	85%	73%	71%
Hyundai i20	5/5	85%	73%	79%	64%
Mazda 2	5/5	86%	78%	84%	64%

Невеликі сімейні автомобілі

Автомобіль	Зірковий рейтинг	Захист дорослих	Захист дітей	Захист пішоходів	Системи допомоги безпеки
Honda HR-V	5/5	86%	79%	72%	71%
Nissan Qashqai	5/5	88%	83%	69%	79%
Nissan Pulsar	5/5	84%	81%	75%	68%

Великі сімейні автомобілі

Автомобіль	Зірковий рейтинг	Захист дорослих	Захист дітей	Захист пішоходів	Системи допомоги безпеки
Audi A4	5/5	90%	87%	75%	75%
Skoda Superb	5/5	86%	86%	71%	76%
Mercedes C-класу	5/5	92%	84%	77%	70%

Невеликі позашляховики

Автомобіль	Зоряний рейтинг	Захист дорослих	Захист дітей	Захист пішоходів	Системи допомоги безпеки
Suzuki Vitara	5/5	89%	85%	76%	75%
Land Rover Discovery Спорт	5/5	93%	83%	69%	82%
Mercedes GLA	5/5	96%	88%	67%	70%

Родстери та спортивні автомобілі

Автомобіль	Зоряний рейтинг	Захист дорослих	Захист дітей	Захист пішоходів	Системи допомоги безпеки
Mazda MX-5	4/5	84%	86%	93%	64%
Audi TT	4/5	81%	68%	82%	64%

Потрібно дати пояснення по таблиці 3.13:

1) У сегменті компактних автомобілів автомобіль Honda Jazz набрала максимальну кількість балів за захист дорослих та дітей у поєднанні з безліччю систем безпеки - системою екстреного гальмування, системою безпечного проїзду перехрестя.

2) У сегменті невеликих сімейних автомобілів найкращий результат показала Honda HR-V. Експерти відзначили чудовий захист водія та пасажирів від лобового удару та будь-яких інших, які можуть бути внаслідок аварії. До того ж у 71% оцінили системи допомоги безоасності, до яких входила автоматична система екстреного гальмування.

3) У сегменті великих сімейних автомобілів найбільш безпечним визнано Audi A4. Таку оцінку дозволили отримати 90% за захист дорослих та 75% за системи допомоги безпеки - ABS, EBD, BAS, системи електронного контролю стійкості, паркувальний асистент із датчиками позаду.

4) У сегменті невеликих позашляховиків Suzuki Vitara визнана найбезпечнішою. Ця машина удостоєна найвищої оцінки безпеки завдяки високим балам, отриманим за захист дорослих пасажирів та системи допомоги безпеки (круїз-контроль, камера заднього виду)

5) У сегменті родстерів та спортивних автомобілів перемогу здобула Mazda MX5. Разом із високими оцінками щодо захисту пішоходів і дорослих, в 64% була оцінена система допомоги безпеки (ABS, EBD, BAS, круїз контроль)

Вже відомо, що Euro NCAP планує перевіряти безпеку повністю автономних транспортних засобів, хоча методику ще тільки надежить розробити. Для таких автомобілів запровадять власну шкалу оцінки, а для решти автомобілів збережуть звичну «зоряну» систему.

Звернемося до оцінки безпеки автомобіля за версією ARCAP [57]. Нижче наведено синтез основних даних про організацію ARCAP.

Таблиця 3.14 - Основні дані по ARCAP

дата заснування	Випробувальні центри	Кількість автомобілів	Джерело фінансування	Випробовувані моделі
-----------------	----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------

2001	TUVSUD Czech, Чехія	для проведення краш-тестів на рік 1-3	Бюджет редакції "Авторевю"	Автомобілі, зібрані на заводах в Україні та країнах СНД з Туреччини та Китаю.
------	---------------------	---------------------------------------	----------------------------	---

Звернемося до синтезу методики проведення краш-тестів за версією EuroNCAP (таблиця 3.15).

Таблиця 3.15 – Основні дані щодо ARCAP

Вид випробування	Момент моделювання ситуації на дорозі	Мета проведення	Швидкість автомобіля	Відсоток перекопання	Тип манекенів та їх посадка	Примітка
Фронтальний удар про вминається бар'єр	Зіткнення двох машин рівної маси зі зустрічною швидкістю 110 км/год	Оцінка деформації клітини салону, здатний ості погасить удар	64 км/год	46 % (в водійській стороні)	Спереду – манекени 2 дорослих (модель Hybrid-III)	Голова, шия, груди та ноги манекена оснащені найточнішими датчиками – всього 34 штуки. за їх свідченням експерти оцінюють тяжкість «травм» манекенів та ймовірність травмування людей у подібній аварії.





Таблиця 3.16 – Критерії системи оцінки за ARCAP

Підсумкова оцінка рейтингу	Захист водія	Захист пасажирів	Захист автомобіля
Зірки, від 1-ої до 4-ох; символи водія, пасажирів та автомобіля	Оцінка одного з життєво важливих органів пристебнутого водія, який піддається серйозному ризику	Оцінка одного з життєво важливих органів переднього пасажирів, який піддається серйозному ризику	Залишковий рух керма складає більше 150 мм за будь-якому в напрямків або скорочення дверного отвору більш ніж на 250 мм

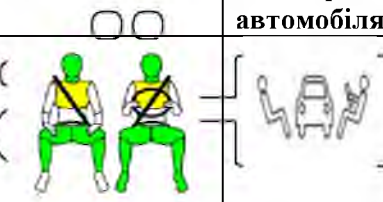





Рис. 3.3 - Голова, шия, груди та ноги манекена оснащені найточнішими датчиками - всього 34 штуки [57].

Таблиця 3.17 - Результати краш-тесту автомобіля DAEWU та його конкурента Hyundai Creta за версією ARCAP

Модель автомобіля	Кількість зірок	Кількість балів	Споряджена маса	Тип кузова	Оцінка безпеки водія та пасажирів	Загальна оцінка захисту водія, пасажирів та автомобіля
Gentra	4	13,7	1220 кг	П'ятидверний хетчбек		
Hyundai Creta	4	15,7	1345 кг	П'ятидверний хетчбек		

Таблиця 3.18 – Результати краш-тесту автомобіля DAEWOO VESTA та його конкурентів Hyundai Solaris, VW Polo, Renault Logan за версією ARCAP

Модель автомобіля	Кількість зірок	Кількість балів	Споряджена маса	Тип кузова	Оцінка безпеки водія та пасажирів	Загальна оцінка захисту водія, пасажирів та автомобіля
Geatra	4	15,1	1155 кг	Чотири-дверний седан		
Hyundai Solaris	4	16,0	1136 кг	Чотири-дверний седан		
VW Polo	4	14,3	1084 кг	Чотири-дверний седан		
Renault Logan	3	11,9	975 кг	Чотири-дверний седан		

Таблиця 3.19 – Результати краш-тесту автомобіля DAEWOO та його конкурента Hyundai Creta за версією ARCAP

Модель автомобіля	Кількість зірок	Кількість балів	Споряджена маса	Тип кузова	Оцінка безпеки водія та пасажирів	Загальна оцінка захисту водія, пасажирів та автомобіля
VESTA SW Cross	3	11,7	1298 кг	Пятидверний універсал		
Hyundai Creta	4	15,7	1345 кг	Пятидверний кроссовер		



Рис. 3.4 – Пояснення щодо кольорових індикаторів оцінки захисту та зіркового рейтингу ARCAP [57].

Як можна помітити, на сьогоднішній день автомобіль DAEWO з 15,1 балом є найбезпечнішим автомобілем за версією ARCAP. Щоб наздогнати за показниками безпеки свого прямого конкурента Hyundai Solaris, отримав 16 балів з 16 можливих - першим з 39 автомобілів у рейтингу ARCAP, необхідно приділити увагу навантаженням, що діють на голову, куди та ноги водія та пасажирів у ДТП. Так або інакше, XRAYCross та VESTASWCross з безпеки також мають непогані показники: 4 та 3 зірки відповідно.

3.4. Аналіз середньої споживчої вартості систем ADAS, можливих до обов'язкового впровадження в найближчій перспективі.

Для розуміння того, скільки має буде додатково заплатити автовласник у майбутньому при покупці автомобіля при реалізації обов'язкових вимог щодо ADAS, проведено аналіз споживчої вартості даних систем.

Таблиця 3.4. Середня споживча вартість систем допомоги водію ADAS виходячи з прогнозу термінів та перспектив вступу до силу вимог щодо оснащення ними транспортних засобів у країнах Європейського Союзу (ЄС) і

Євразійського Економічного Союзу (ЄАЕС), стосовно ТЗ категорії М1

Система ADAS	Термін вступу вимоги (ЄС) (Рік)	Термін вступу вимоги (ЄАЕС) (рік)	Вартість (грн.)
Система контролю тиску в шинах	2016	2023	6000
Автоматичне екстрене гальмування	2020	2022	22 000
Система утримання автомобіля на смзі руху	2020	2022	8000
Система моніторингу стану водія	2020	ні даних	5000

Як висновок доцільності впровадження з крапки зору споживача нових систем ADAS як обов'язкової вимоги загальна сума в 41 000 грн нікчемна мала в порівнянні з безцінним життям водія, пасажирів, пішоходів та інших учасників дорожнього руху.

Висновки з третього розділу

- У частині регулювання активної та пасивної безпеки автомобіля транспортні засоби, що виводяться на ринок країни на законодавчому рівні ґрунтуються на Технічному регламенті Митного Союзу «Про безпеку колісних транспортних засобів». Так як автовиробник націлений на збут своєю продукції також в зарубіжних країнах (зокрема у країнах Європи), то йому необхідно враховувати локальні вимоги щодо безпеки тієї чи іншої країни експорту. В даному випадку, автовиробник повинен звертатись до вимог з безпеки транспортних засобів у рамках директив Європейського Союзу та/або країни передбачуваного експорту.

- Саме до автомобілів DAEWOO, що належать до категорії автотранспортних засобів М1, у найближчі три роки автовиробнику необхідно звернути увагу на впровадження таких систем, як автоматичне екстрене гальмування (нерухома і перешкода, що рухається), інтелектуальну адаптацію швидкості на основі лічених дорожніх знаків, систему утримання автомобіля на смзі руху, помічника перевищення адаптації швидкості. Про автомобіль, що йдуть на експорт до Європи, вимоги за даними системами вже повинні бути

дотримані

- Автомобілі DAEWOO, запущені у серійне виробництво у 2015 р. і пізніше, Vesta, XRAY, нова Granta, оснащені самими необхідними системами, які

сприяють комфортному, безпечному керуванню автомобілем - антиблокувальною системою гальм (ABS), асистентом гальмування (BAS), системою електронного контролю стійкості (ESC), протибуксувальною системою (TCS), системою при торканні на підйомі (HSA).

- Дедалі більше споживачів, при виборі нового автомобіля звертають увагу також на результати краш-тестів незалежних комітетів, таких як EuroNCAP та, з недавнього часу, ARCAP.

З 2015 року для того, щоб автомобіль отримав найвищу оцінку безпеки, п'ять зірок за версією EuroNCAP, необхідно щоб автомобіль був оснащений системою автономного запобігання зіткненням, функцією моніторингу сліпих зон. Тобто незважаючи на успішні краш-тести, якщо автомобілі не матимуть цих систем безпеки, то транспортний засіб не отримає вищий рейтинг.

- Споживча оцінка інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS показала, що нинішній споживач хоче не тільки володіти інформацією про конструктивні, технічні характеристики майбутнього автомобіля, що купується, але хоче знати, наскільки він безпечний. Респонденти добре розуміються на системах ADAS, переважна більшість із них знають, багато хто відчував; більшість хотіла б мати багато систем ADAS себе в автомобілі. Тема зрозуміла і актуальна у звичайного споживача.

Аналіз середньої споживчої вартості систем ADAS, можливих до обов'язкового впровадження у найближчій перспективі показав, що загальна сума в 41 000 грн. нікчемна мала в порівнянні з безцінною життям водія, пасажирів, пішоходів та інших учасників дорожнього руху.

ВИСНОВОК

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні загальні науково-теоретичні висновки:

У представленій магістерській дисертації виконано системний аналіз вітчизняних та зарубіжних робіт з інтелектуальних систем допомоги водієві.

У першому розділі дисертації проведено аналіз та синтез статистики дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків. Визначено, що дорожньо-транспортні пригоди є однією з основних причин загибелі людей.

У другому розділі докладно описані існуючі та інтелектуальні системи допомоги водію ADAS, що розробляються. Проведено синтез ролі інтелектуальних систем допомоги водію ADAS в автомобілях майбутнього на думку інженерів світового автопрому.

Третій розділ присвячений перспективам застосування інтелектуальних систем допомоги водієві в автомобілях DAEWOO. Проведено аналіз застосування інтелектуальних систем допомоги водію ADAS на автомобілях DAEWOO. Надано оцінку можливості розширення застосування інтелектуальних систем допомоги водієві ADAS на автомобілях DAEWOO.

Наукова новизна складається в складанні і аналізі споживчої оцінки існуючих систем інтелектуальної допомоги водію ADAS. Результати опитування споживачів дозволяють уточнити ставлення до поточним інтелектуальним системам автомобіля, середньої споживчої вартості систем ADAS, можливих до обов'язковому впровадженню у найближчій перспективі, які, як видно з Синтеза прогнозу термінів та перспектив набуття чинності вимог щодо оснащення транспортних засобів ADAS у країнах Європейського Союзу (ЄС) та Євразійського Економічного Союзу (ЄАЕС), стосовно ТЗ категорії М1, дозволяє споживачеві оцінити додаткове збільшення до вартості придбаного автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Всесвітня організація охорони здоров'я. Дорожньо-транспортні травми. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.who.int/ua/newsroom/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (дата звернення: 21.02.2023).

2. Стратегія безпеки дорожнього руху. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://rg.ua/2018/01/22/medvedev-podpisal-novuiu-strategiiu-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniia.html> (дата звернення: 10.02.2023).

3. Статистика ДТП у Україні. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 13.01.2023).

4. Історія концепт-карів (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.drive2.ua/b/493579291997504149/> (дата звернення: 20.03.2023).

5. SAE J3016. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. Warrendale: Society of Automotive Engineers; 2017 року.

6. Система контролю тиску шин. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.ixbt.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

7. Ассистент дотормаживання. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.avtomaxx.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

8. Система визначення перешкод. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.adiaвто.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

9. Система розпізнавання об'єктів, що рухаються Moving Object Detection (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://moj-vnedorozhnik.ua/v-pomoshch-voditelyu/nissan-safety-shield> (дата звернення: 05.01.2023).

10. Система допомоги при повороті. Turning assistant (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://auto.mail.ua/article/34351-sozdana-sistema-pomoshchi-pri-levom-povorote> (дата звернення: 05.01.2023).

11. Ассистент проїзда перехрестя Intersection assistant (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.vwaxsel.ua/models/touareg/driving-assistance> (дата звернення: 05.01.2023).

12. Система допомоги при виїзді з паркування заднім ходом Rear Cross

Traffic Alert (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.drive2.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

13. Система розпізнавання пішоходів Pedestrian Detection System (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://systemsauto.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

14. Колізіонавогвална система Precrashsystem (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://avtomaxx.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

15. Круїз контроль Cruise control (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.syl.ua/article/345250/kuaiz-kontrol-v-avtomobile-cto-eto-takoe-ptyusy-i-minusy>

<https://www.syl.ua/article/345250/kuaiz-kontrol-v-avtomobile-cto-eto-takoe-ptyusy-i-minusy> (дата звернення: 05.01.2023).

16. Принцип роботи алкозамка (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.drive2.ua> (дата звернення: 05.01.2023).

17. Помічник спуску зі схилу Hill descent control (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://voditeliauto.ua/poleznaya-informaciya/bezopasnost/sistema-pomoshhi-pri-spuske.html> (дата звернення: 05.01.2023).

18. Система під час торкання автомобіля на підйомі HAS (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://voditeliauto.ua/poleznaya-informaciya/bezopasnost/sistema-pomoshhi-pri-troganii-na-podeme.html> (дата звернення: 05.01.2023).

19. Помічник руху в пробці Traffic Jam Assistant (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.audi.ua/ua/web/ua/news/2017/09/automated-driving.html> (дата звернення: 05.01.2023).

20. Магістральний автопілот Highway pilot (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.poromech.ua/vehicles/217561-pervyy-guazovik-s-sistemoy-bezpilotnogo-upravleniya-na-ohivlenom-shosse> (дата звернення: 06.01.2023).

21. Адаптивна система освітлення Adaptive light control: swivelling curve lights (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://systemsauto.ua/electric> (дата звернення: 06.01.2023).

22. Система автоматичного перемикання далекого/ближнього світла

(Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: Glare-free high beam and pixel light
http://systemsauto.ua/electric/light_assist.html (дата звернення: 06.01.2023).

23. Система контролю сліпих зон Blind spot monitor (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.drive2.ua/e/b/473994241127743982> (дата звернення: 10.01.2023).

24. Система допомоги при перебудові Lane change assistance (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: http://systemsauto.ua/active/side_assist.html (дата звернення: 10.01.2023).

25. Система контролю сходу зі смуги руху Lane departure warning system (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу:

<https://automotolife.com/services/sistema-kontrolyu-a-polosu-dvizheniy> (дата звернення: 10.01.2023).

26. Система утримання у смугі Lane Keep Assist (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://avto-i-avto.ua/sistemy-bezopasnosti/zachem-nuzhna-i-kak-rabotaet-sistema-pomoshhi-dvizheniyu-po-polose.html> (дата звернення: 10.01.2023).

27. Система контролю втоми водія Driver drowsiness detection (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://systemsauto.ua/active> (дата звернення: 10.01.2023).

28. Екстрений помічник водія – Емергенний driver assistant (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.drive2.ua> (дата звернення: 10.01.2023).

29. Система допомоги паркування - Park Assist System (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://znanieavto.ua> (дата звернення: 10.01.2023).

30. Інтелектуальна система допомоги при паркуванні дистанційним керуванням (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <https://www.newtis.info> (дата звернення: 10.01.2023).

31. Помічник паркування з причепом -Trailer parking assist (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: Volkswagen Pass at <http://test-drive.ua/volkswagen> (дата звернення: 10.01.2023).

32. Що таке ABS і для чого вона потрібна. (Електрон. Ресурс.) // Режим

доступу: <http://www.kolesa.ua> (дата звернення: 10.01.2023).

34. Система кругового огляду автомобіля, навіщо потрібна ця опція? (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.auto-ua.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

35. Audіорозбила дистанційну систему розпізнавання світлофорних сигналів (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.fastmb.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

36. Wrong-waydriverwarning (Електрон.Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.enm.wikipedia.org> (дата звернення: 24.01.2023).

37. Помічник перевищення швидкості (Електрон.Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.autoguia.pro> (дата звернення: 24.01.2023).

38. Як працює система нічного бачення? (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.autodont.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

39. Автомобільний відеореєстратор (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.ua.wikipedia.org> (дата звернення: 24.01.2023).

40. П'ять найкращих автомобільних навігаційних систем (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.zr.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

41. Електромобілі повинні будуть видавати звуки на невеликій швидкості (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.nplus1.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

42. Система захисту пішоходів (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://newtis.info> (дата звернення: 24.01.2023).

43. Датчик дощу та світла – що це таке? (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.auto-observer.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

44. Система комунікації між автомобілями (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.astravod.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

45. Система курсової стійкості (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.znaniyauto.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

46. Помічник руху з причепом (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.audi-uas.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

47. Система виявлення багажника на даху (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.drive2.com> (дата звернення: 24.01.2023).

48. Система стабілізації при бічному вітрі (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.nomadcar.ua> (дата звернення: 24.01.2023).

49. Автомобілі майбутнього: якими стануть машини через 10 років (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://https://near-future.ua/avtomobili-budushhego-kakimi-stanut-mashiny-cherез-10-let/> (дата звернення: 24.01.2023).

50. Модельний ряд DAEWOO. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.Daewoo.ua> (дата звернення: 29.01.2023).

52. Спецавтомобілі (Електрон.Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.visavto.ua> (дата звернення: 29.01.2023)

53. Спецавтомобілі (Електрон.Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.avtozavod.com> (дата звернення: 29.01.2023).

54. Спецавтомобілі. (Електрон.Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.luidog.ua> (дата звернення: 29.01.2023).

55. Що таке регламент Митного союзу (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.avtozavod.com> (дата звернення: 29.01.2023).

56. SevenEarnthe Highest Rating in Latest Safety Tests (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: <http://www.euroncap.com> (дата звернення: 29.01.2023).

57. Перший незалежний рейтинг пасивної безпеки. (Електрон. Ресурс.) // Режим доступу: www.autoreview.ua (дата звернення: 29.01.2023).

58. Врятувати життя: пакет технічної документації з питань безпеки дорожнього руху Женева: Всесвітня організація охорони здоров'я, 2017 р. -60 с.

59. Gordon TJ, Lidberg M. Automated driving and autonomous functions on road vehicles // Vehicle System Dynamics. №7 (53). P.958-994.. Handbook of driver assistance systems. H.Winner, S.Hakuli, F.Lotz, C.Singer.// - Springer International Publishing Switzerland, 2016/ p.1594