

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Підвищення безпеки руху транспортних засобів заднім ходом
завдяки використанню інтелектуальної допоміжної системи»**

Виконав: студент II курсу групи Ат-22сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

_____ Назар Железняк _____
(ім'я та прізвище)

Керівник: _____ Олег Миронюк _____
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 656.136

Железняк Н. А. Підвищення безпеки руху транспортних засобів заднім ходом завдяки використанню інтелектуальної допоміжної системи: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 66 с.

Табл. 2; рис. 39; бібліогр. джерел 23.

Розглянуто інтелектуальні системи допомоги водію під час паркування автомобіля. Особлива увага зосереджена на проблемах під час руху великогабаритних транспортних засобів на поворотах та заднім ходом.

Об'єкт дослідження – проблеми огляду під час руху транспортних засобів заднім ходом. З'ясовано ризики і небезпеки, які при цьому виникають.

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка методів підвищення безпеки пішоходів і руху транспортних засобів заднім ходом.

Практична цінність випускної кваліфікаційної роботи полягає в тому, що запропоновані заходи дозволять підвищити безпеку пересування пішоходів та транспортних засобів поблизу великогабаритних автомобілів, що рухаються заднім ходом.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
1.1 Особливості конструктивного виконання паркувальних пристроїв .	6
1.2 Система інтелектуальної допомоги для паркування.....	13
1.3 Камера заднього виду	21
1.4 Висновки до розділу	25
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	26
2.1. Проблеми руху та повороту великогабаритних транспортних засобів	26
2.2 Розрахунок руху автопоїзда на повороті.....	27
2.3 Сліпі зони автопоїздів	33
2.4 Висновки до розділу	35
3 ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	
ЗАДНІМ ХОДОМ.....	36
3.1 Розробка камери заднього виду.....	36
3.2 Парктроніки для причепа	55
3.3 Алгоритм роботи.....	57
3.4 Висновки до розділу	58
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
4.1 Методика визначення економічних показників автопоїзда	59
4.2 Розрахунок економічної ефективності використання удосконаленого автомобіля.....	61
4.3 Висновки до розділу	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65

ВСТУП

З появою перших цивілізацій у людей відразу ж виникла потреба у більш швидкому та комфортному переміщенні землею. Першим винаходом, безпечно, є колесо. Потім візки, карети, перші автомобілі, та й нарешті – сучасний транспорт.

Сьогоднішні автомобілі оснащені величезною кількістю систем та програм для забезпечення безпечного пересування. Але навіть вони часом не можуть допомогти людині та машині, щоб уникнути ДТП.

Однією із найсерйозніших проблем на даний момент є безпека руху, що здійснюється заднім ходом транспортних засобів. У легкових автомобілів є численні прилади для полегшення руху заднім ходом і постійно винаходять нові пристрої. У ситуації з великогабаритними автомобілями все по-іншому. Встановлення та налагодження приладів на таких транспортних засобах, як сміттєвози, вантажні автомобілі, тягачі – коштує чималих коштів, тому не всі автокомпанії намагаються забезпечити автомобілі цими пристроями [2].

Виходячи з цього, водієві, наприклад, сміттєвоза під час руху заднім ходом доводиться сподіватися тільки на свою увагу та на везіння. Як правило, цього недостатньо і щорічно трапляються наїзди на пішоходів такими великогабаритними транспортними засобами.

Системи активної безпеки автомобілів у нашій країні та за кордоном активно розвиваються та вдосконалюються. Вони намагаються вирішити одну з головних проблем, практично невирішених до останнього часу – проблема з оглядовістю водія.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Особливості конструктивного виконання паркувальних пристроїв

Складові елементи. Паркувальний радар, також відомий як акустична паркувальна система (АПС), парктронік або ультразвуковий датчик паркування – допоміжна система безконтактних датчиків, що вибірково встановлюється на автомобілях для полегшення маневрування під час паркування. Вона попереджає водія про наближення до перешкод.

Основні елементи паркувального пристрою (електронний блок, датчики паркування та індикатор відстані) показані на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Основні елементи паркувального пристрою

Стандартна комплектація парктроніка містить електронний блок керування, датчики та індикатор відстані.

Електронний блок відповідає за роботу всього пристрою, стежить за справністю всіх елементів парктроніка і перетворює всі сигнали, що надходять від зовнішніх датчиків, у візуальні або звукові. Блок починає працювати відразу після перемикавання на задню передачу.

Датчики можна назвати «очима парктроніка». Вони розташовуються на задньому та передньому бамперах автомобіля. Принцип роботи полягає у випромінюванні ультразвукових хвиль. У випадку попадання в зону дії цих променів стороннього предмета вони відбиваються від нього, після чого вловлюються датчиками, які, у свою чергу, відправляють сигнал про перешкоду на блок управління. А блок, залежно від довжини хвилі, розраховує ймовірну відстань та видає інформацію водієві.

Паркувальні радары розрізняються за кількістю датчиків. Від кількості датчиків безпосередньо залежить точність паркувального пристрою – чим їх більше, тим точніший пристрій, а значить і безпечніше паркування. Кількість датчиків залежить від конструкції парктроніка, їх може бути 2-8 штук.

Паркувальні радары, що обладнуються двома датчиками не в змозі перекрити весь простір навколо бампера, оскільки вони встановлюються по обидва боки бампера, а його середина не захищена. Тобто, якщо на шляху автомобіля знаходиться стовпчик, ймовірність того, що він потрапить до «мертвої зони» (приблизно посередині бампера) дуже велика.

Парктронік з трьома або чотирма датчиками є більш ефективним, тому що утворення «мертвих зон» практично виключається і невеликий стовпчик він помітить без особливих зусиль [5].

Чотири датчики надійно контролюють відстань до перешкод. На рисунку 1.2. показано зону дії парктроніка з 4-ма датчиками.

Якщо в комплекті 6 датчиків, то 4 встановлюються на задній бампер, а 2 додаткові – на передній.

У такому випадку паркувальний пристрій зможе розпізнати перешкоди не тільки позаду автомобіля, але й ті, що можуть знаходитися попереду. Деякі моделі таких парктроніків можуть перемикатися або на виявлення небезпечних перешкод лише ззаду або лише спереду.



Рисунок 1.2 – Зона дії парктроніка з 4-ма датчиками

Відмінною особливістю паркувального радара з 8-а датчиками від системи з 6 є те, що він під час руху вперед включається тільки при натисканні на гальмо. Також він сигналізує про перешкоду лише тоді, коли вона виявлена. Все це зроблено для того, щоб не відволікати увагу водія. Вимикається парктронік самостійно, після 15-20 с після початку руху [9].



Рисунок 1.3 – Приклади розташування датчиків

Деякі моделі комплектуються спеціальним вимикачем, за допомогою якого водій, згідно з власної ініціативи, може увімкнути або вимкнути систему виявлення перешкод лише натисканням на кнопку.

Парктроніки також різняться за наявністю індикаторів. Індикатор інформує, на якій відстані перешкода, він може мати як світловий, так і звуковий сигнал. Залежно від моделі паркувального радара, ця відстань може виводи-

тися в графічному режимі, у метричній системі або взагалі не показуватись, але такі індикатори сигналізують про скорочення відстані.

Графічно відстань виводиться на екран за допомогою 1-2 спеціальних шкал, на яких умовно показано розташування транспортного засобу у просторі, але шкали не прив'язані до метражу.

Якщо парктронік оснащений екраном з метричною системою, то відстань до передбачуваної перешкоди відображається в метрах та сантиметрах (рис. 1.4). Такі моделі парктроніків можуть комплектуватися камерою заднього виду.



Рисунок 1.4 – Парктронік показує відстань до перешкоди в метрах

Парктроніки, в яких не передбачена наявність екрану, оснащені системою звукової сигналізації, яка сповіщає водія про відстань до перешкоди частотою сигналу. Чим ближче до авто знаходиться перешкода, тим частіше звучить сигнал. Якщо автомобіль максимально наблизився до перешкоди, сигнал звучатиме безперервно.

Інформація про перешкоди відображається у графічному вигляді на дисплеї (рис. 1.5). Також передбачена звукова сигналізація.



Рисунок 1.5 – Приклад оснащення парктроніки кольоровим LCD-дисплеєм

Також для визначення відстані парктроніки можуть оснащуватися світлодіодами та шкалою з поділками. Світлодіоди інформують про відстань зміною кольору. Зелений – коли перешкода знаходиться на великій відстані або її зовсім немає, помаранчевий – перешкода вже недалеко, і червоний – коли небезпека вже близько і далі рухатися небезпечно [12].

Шкала з поділками інформує водія про скорочення відстані кількістю поділок, що світяться – чим більше, тим ближча перешкода. Якщо шкали дві, то одна сигналізує про небезпеку зліва, а інша відповідає за праву сторону автомобіля.

Існують і такі парктроніки, де відстань до перешкоди виводиться за допомогою проекції прямо на лобове скло (рис.1.6).



Рисунок 1.6 – Парктронік з проекцією на лобове скло

Разом із відстанню може також виводитися швидкість руху. Такі моделі дуже зручні за рахунок того, що водієві немає необхідності відволікатися від дороги, тому що вся інформація знаходиться безпосередньо перед ним. Проте парктроніки з проекцією на лобове скло подобаються не всім водіям.

Датчики паркувального пристрою можуть кріпитися до бампера врізним та накладним способами (рис. 1.7). Для встановлення врізних датчиків просвердлюються отвори в бампері. Після чого датчики вставляються в ці місця та закріплюються. Цей спосіб кріплення є найпоширенішим.

Накладні датчики не вимагають ніяких підготовчих робіт – просто приклеюються на бампер машини. Але такий спосіб установки не заслуговує на довіру, оскільки під час миття автомобіля під тиском, ці датчики можуть відклеїтися. Те, що вони легко встановлюються і є їхньою головною перевагою, але застосовуються вони значно рідше.

Розміщуватися датчики повинні точно горизонтально відносно землі і не менше 50 см від її поверхні, інакше вони можуть реагувати на дорогу як на перешкоду. Якщо бампер нерівний або нахилений, то під час встановлення датчиків необхідно підкладати спеціальні розпірні кільця [19].

Якість установки датчиків відіграє важливу роль у подальшій працездатності паркувального радара.



Рисунок 1.7 – Фреза для прорізування отворів і розпірні кільця під датчики парктроніка

Переваги та недоліки паркувального пристрою.

Переваги парктроніка очевидні: він вагомо спрощує процес паркування автомобіля, дозволяє максимально точно та безпечно припаркувати його у стиснутому просторі, не пошкодивши при цьому свій чи чужий транспорт. Парктронік здатний розпізнати практично будь-який предмет на своєму шляху – чи це глуха стіна, скляна вітрина або невеликий пруток, головне, щоб він реагував на ультразвукові хвилі хоча б одним із датчиків.

Паркувальний радар, що знаходиться в справному стані, може розпізнати перешкоду на відстані в 1,5 м, а подасть сигнал про негайну зупинку, коли ця відстань скоротиться до 0,5–0,1 м. Використання цього пристрою особливо актуальне для водіїв-початківців, коли досвіду паркування майже немає, тобто, людина не знає, як правильно паркуватися заднім чи переднім ходом.

До недоліків можна віднести те, що парктронік неправильно сприймає похилу поверхню – вважає її перешкодою. Але цьому є пояснення – кут відбиття завжди залежить від кута падіння. Тому якщо на дорозі знаходиться труба, пандус для спуску колясок біля магазину і подібні предмети з похилою поверхнею, то переданий датчиком ультразвуковий імпульс просто спрямується «нікуди» і парктронік не помітить перешкоди. Але тішить те, що такі

перешкоди трапляються нечасто і здебільшого їх можна побачити у дзеркало заднього виду [14].

Крім цього, датчики можуть некоректно реагувати на туман, тому що дрібні водяні частинки також неправильно відбивають ультразвукові хвилі.

Дуже цікавим фактом роботи парктроніків є те, що під час попадання ультразвукових імпульсів на людину в хутряній шубі сигнал поглинається хутром – тобто, датчики на нього не реагують!

1.2. Система інтелектуальної допомоги для паркування

Систему інтелектуальної допомоги для паркування давно застосовують у автомобілях нового покоління. Вона є одним з багатьох електронних блоків, які допомагають припаркувати автомобіль в автоматичному або напівавтоматичному режимі.

Паркувальні програми призначені для різних видів паркування. Найпопулярнішими вважаються паралельне та перпендикулярне паркування. Але найскладнішим та незручним є паралельне, тому більшість систем розрахована саме для нього. «Помічники для паркування» працюють завдяки злагодженій роботі декількох датчиків, які поширюють свою дію і на колеса, і на кут повороту керма, і на швидкість руху автомобіля. Інтелектуальні програми допомоги під час паркування беруть повсякденне заняття на себе [18].

Варіанти інтелектуальних систем. Коли була розроблена перша система, що допомагає водієві під час паркування, багато світових виробників автомобілів стали розробляти власні варіанти та моделі паркувальних помічників, які найкраще встановлювалися саме на їхні машини, відповідали необхідним вимогам і попиту. Програми інтелектуального паркування стали у наш час невід'ємною опцією багатьох провідних автомобільних компаній:

Park Assist та Park Assist Vision на автомобілях Volkswagen;

Intelligent Parking Assist System на автомобілях Toyota, Lexus;

Remote Park Assist System на автомобілях BMW;

Active Park Assist на автомобілях Mercedes-Benz, Ford;

Advanced Park Assist на автомобілях Opel.

Конструкція. Конструкція системи автоматичного паркування представлена рис.1.8., яка включає: 1 – модуль системи допомоги під час паркування; 2 – передній та задній динамік; 3 – передній датчик системи допомоги під час паркування; 4 – вимикач системи допомоги під час паркування; 5 – інтегрований модуль управління (ICM); 6 – підсилювач потужності; 7 – задній датчик системи допомоги під час паркування.

В інтелектуальній системі допомоги під час паркування використовуються ультразвукові датчики, аналогічні пасивній системі паркування (рис. 1.9.), але мають велику дальність дії (до 4,5 м). Кількість датчиків залежно від різновиду системи відрізняється. Наприклад, у системі Park Assist останнього покоління встановлюється 12 ультразвукових датчиків: 4 – попереду, 4 ззаду та 4 з обох боків автомобіля.

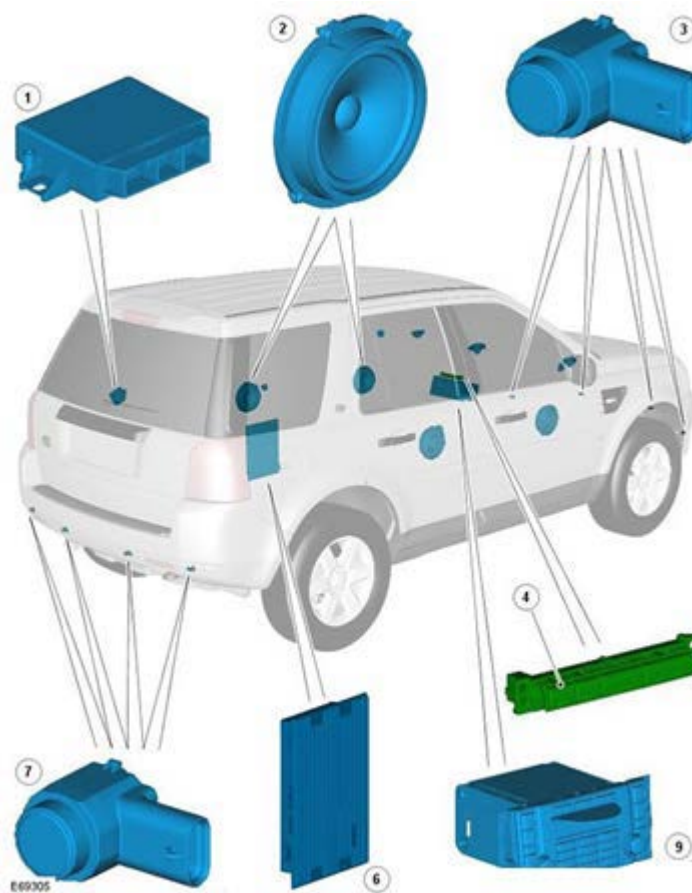


Рисунок 1.8 – Конструкція системи автоматичного паркування

Включення системи здійснюється примусово за необхідності здійснити паркування. Для цього на панелі приладів є спеціальний вимикач.

Електронний блок управління приймає сигнали від ультразвукових датчиків і перетворює їх у керуючі на виконавчі пристрої, в якості яких виступають інші системи автомобіля: курсової стійкості, управління двигуном, електропідсилювач рульового управління, автоматична коробка передач. Взаємодія із зазначеними системами здійснюється через відповідні електронні блоки керування.

Необхідна для автоматичного паркування інформація виводиться на інформаційний дисплей та використовується водієм у процесі паркування.

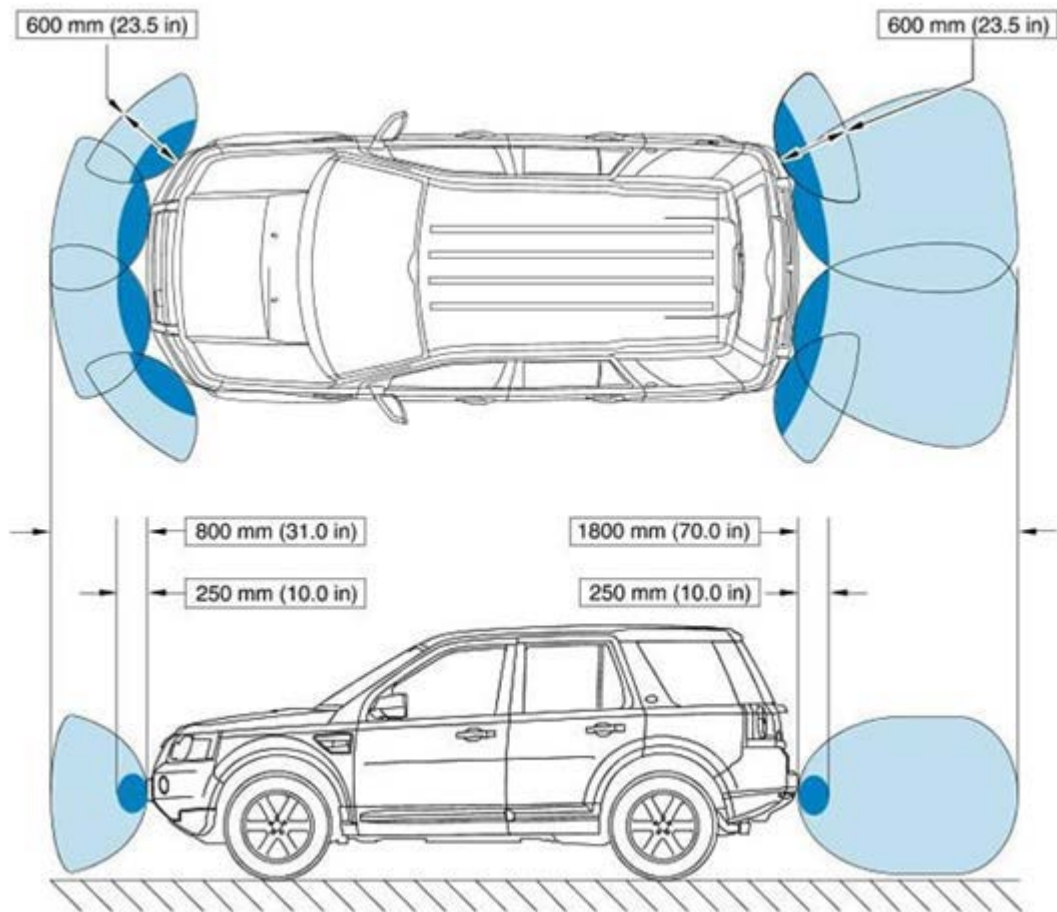


Рисунок 1.9 – Пасивна паркувальна система

Етапи роботи системи автоматичного паркування. Роботу системи автоматичного паркування умовно можна розділити на два етапи (рис. 1.10): пошук місця на парковці і власне виконання паркування.

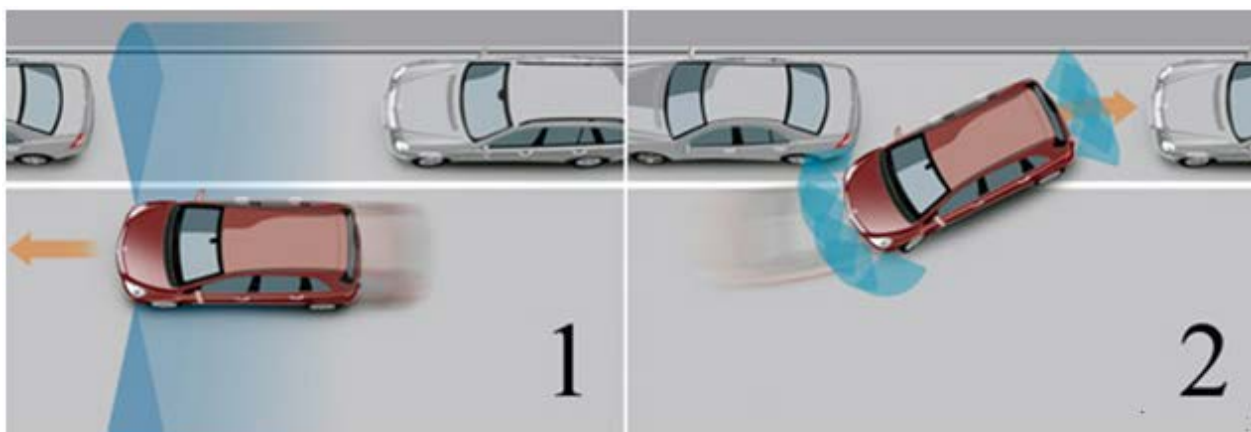


Рисунок 1.10 – Етапи автоматичного паркування

Пошук відповідного місця для паркування здійснюється за допомогою ультразвукових датчиків (рис. 1.11.). Наприклад, у конструкції системи Park Assist для цієї мети передбачено чотири бічні ультразвукові датчики – по два з кожного боку автомобіля. Під час руху автомобіля вздовж ряду припаркованих машин з певною швидкістю (до 40 км/год при паралельному паркуванні та до 20 км/год при поперечному паркуванні) датчики фіксують відстань між ними, а в системі Park Assist Vision – і їх положення відносно транспортного засобу (паралельно чи перпендикулярно) [7].



Рисунок 1.11 – Пошук місця паркування

Сигнали датчиків обробляються електронним блоком керування. Якщо відстань для паркування достатня, система подає сигнал водієві – виводить на інформаційний дисплей автомобіля відповідну інформацію. У системі Park Assist за достатню для паркування відстань приймається відстань, що перевищує довжину автомобіля на 0,8 м, у системі Advanced Park Assist – на 1 м.

Паркування транспортного засобу може здійснюватись двома способами – безпосередньо водієм за допомогою запропонованих системою інструкцій або автоматично без участі водія (рис. 1.12.).

Візуальні та тестові інструкції водієві виводяться на інформаційний дисплей. Вони стосуються рекомендацій щодо повороту рульового колеса на певний кут і напрямок руху. Такий спосіб автоматизованого паркування використовується у системі Advanced Park Assist [9].



Рисунок 1.12 – Паркування транспортного засобу

Виконавчі елементи задіяні в автоматичному паркуванні. Автоматичне паркування здійснюється шляхом упорядкованого впливу на виконавчі механізми систем автомобіля:

- електродвигун електричного підсилювача кермового управління;
- насос зворотної подачі та клапани гальмівних механізмів системи курсової стійкості;
- електродвигун дросельної заслінки системи керування двигуном;
- електромагнітні клапани автоматичної коробки.

З метою безпеки руху роботу системи можна перевести з автоматичного режиму в ручний режим. В останніх конструкціях системи автоматичне паркування може проводитися із знаходженням водія як у автомобілі, так і за його межами – з ключа.

Принцип роботи, передачі даних, обробка сигналів. Коли модуль системи допомоги під час паркування активує систему, щоб вказати, що система пра-

цює, світлодіод вимикача вмикається та подається одиночний звуковий сигнал від передніх та задніх динаміків. Модуль системи допомоги під час паркування обробляє сигнали, отримані від датчиків, щоб визначити, чи є предмет у межах радіусу дії датчиків.

У комбінованому режимі датчики видають серію ультразвукових імпульсів і після цього переходять у режим прийому відбитого від перешкоди звуку в межах радіусу дії. Прийняті відбиті сигнали посилюються і в самому датчику перетворюються з аналогової форми в цифрову. Цифровий сигнал надходить до модуля системи допомоги під час паркування та порівнюється із запрограмованими даними, що знаходяться в EEPROM модулі. Модуль управління отримує ці дані від датчика лінії передачі сигналу і обчислює відстань до перешкоди за проміжком часу між опроміненням перешкоди і прийомом відбитого сигналу. Тривалість імпульсу визначається модулем, який за допомогою датчика контролює частоту вихідного імпульсу.

У режимі приймача датчик приймає імпульси, що випромінюються сусідніми датчиками. Модуль керування використовує цю інформацію для точного визначення положення та відстані до перешкоди.

Якщо жодних перешкод не виявлено, додаткові сигнали попередження відсутні. Якщо виявлено перешкоду, з відповідних передніх чи задніх динаміків подаються повторні звукові сигнали. Інтервал подачі сигналів зменшується зі зменшенням відстані між перешкодою і автомобілем. На відстані приблизно 250 мм звуковий сигнал стає безперервним.

Якщо після первинного виявлення перешкоди відстань між нею та автомобілем не зменшується, характер звучання попереджувального сигналу залишається незмінним, якщо перешкода виявлена центральним датчиком, або сигнал припиняє звучання через 3 секунди, якщо перешкода виявляється кутовим датчиком [6].

Звукові сигнали припиняються, якщо автомобіль виводиться із положення передачі заднього ходу. Модуль продовжує контролювати відстань і відновлює подачу сигналів попередження, якщо виявляється зменшення відстані.

Робота системи скасовується, коли вимикач системи допомоги під час паркування натиснутий або вимикається запалювання. Робота системи також скасовується, якщо автомобіль переміщається більше ніж на 50 м або швидкість руху автомобіля вперед перевищує 30 км/год [6].

Система може виявити приєднання причепа до автомобіля за допомогою повідомлення по середньошвидкісній шині CAN від модуля причепа. Коли модуль системи допомоги під час паркування виявляє приєднання причепа до автомобіля, задні датчики відключаються, щоб запобігти постійній видачі попереджень внаслідок близькості причепа.

Модуль системи допомоги під час паркування також містить програмне забезпечення, яке компенсує вплив морозу, зледеніння або дощу на датчики. Компенсація зледеніння відбувається, якщо значення зовнішньої температури, отримане в повідомленні по середньошвидкісній шині CAN від щитка приладів, менше 6 градусів [11].

Взаємодія блоків управління та компонентів представлені на рис. 1.13., де А – постійне провідне з'єднання; N – середньошвидкісна шина CAN; P – оптоволоконна шина MOST, 1 – акумулятор; 2 – електророзподільна коробка; 3 – допоміжна електророзподільна коробка; 4 – центральна електророзподільна коробка (CJB); 5 – модуль управління коробкою передач (TCM); 6 – модуль антиблокувальної системи (ABS); 7 – модуль причепа; 8 – інтегрований модуль управління (ICM); 9 – підсилювач потужності; 10 – передні динаміки аудіосистеми; 11 – задні динаміки аудіосистеми; 12 – задній датчик системи допомоги під час паркування; 13 – модуль системи допомоги під час паркування; 14 – вимикач системи допомоги під час паркування; 15 – передній датчик системи допомоги під час паркування.

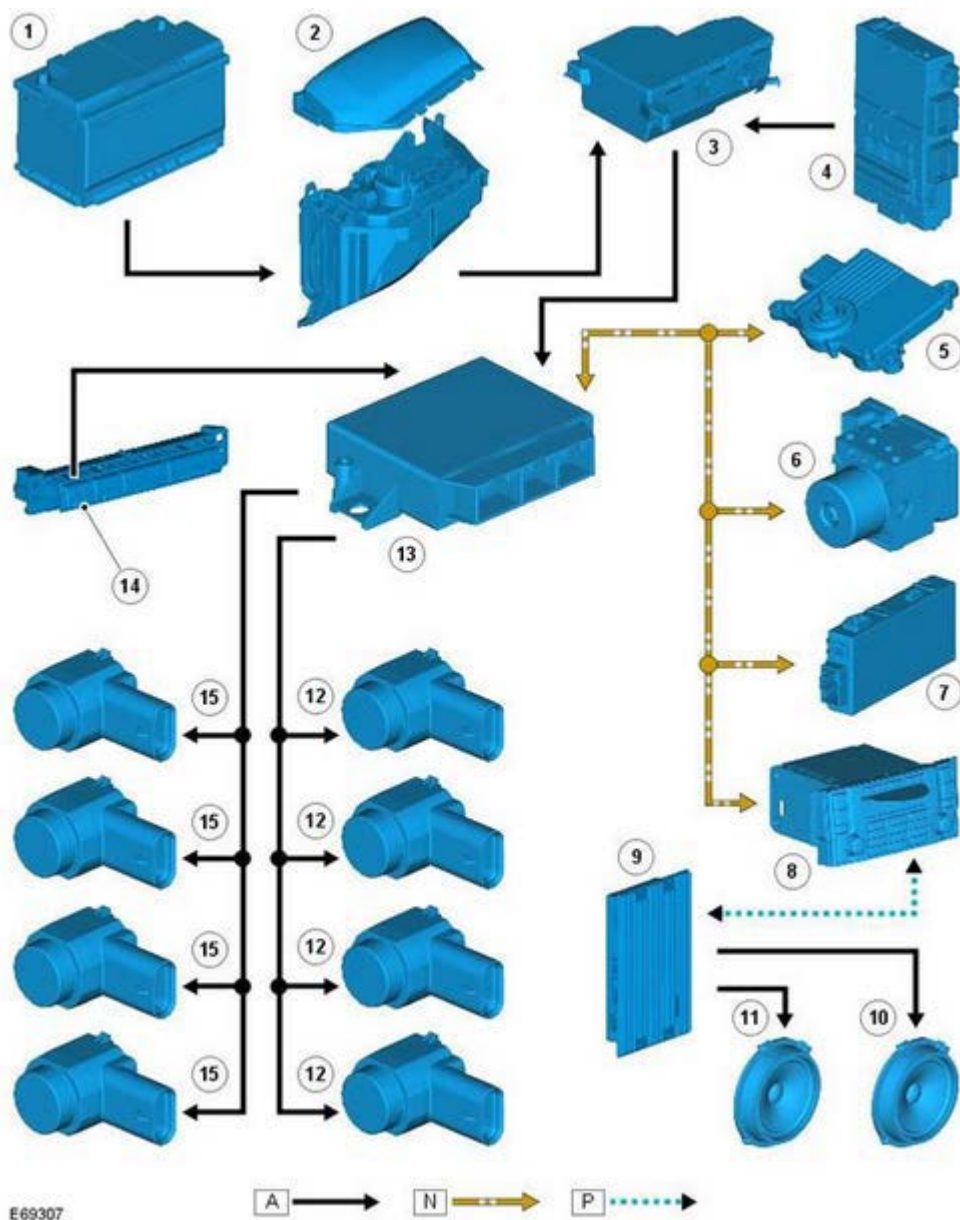


Рисунок 1.13 – Блоки управління та компоненти

Особливості та недоліки системи:

- низька швидкість виконання маневрів. Система виконує всі дії та маневри повільно, на мінімальній швидкості, тому автоматичне паркування може зайняти більше часу, ніж ручне;

- помилки системи щодо перешкод. Досить часто автоматика не розпізнає бордюри, кучугури, стовпчики та інші перешкоди, що призводить до неприємних наслідків;

- некоректна робота системи через погодні умови та фактори навколишнього середовища. Причиною помилок можуть бути забруднені датчики, сильний снігопад або дощ, про що завжди потрібно пам'ятати.

1.3 Камера заднього виду

Камера заднього виду відноситься до додаткового обладнання, її функціональні можливості не замінюють дзеркала заднього виду, але дозволяють покращити оглядовість позаду автомобіля. Технічні можливості пристрою дозволяють отримувати зображення за недостатнього освітлення. Таким чином, завдяки телекамері можна розпізнавати перешкоди, які не видно в дзеркалах. Основне призначення цього обладнання – спрощення маневрування та підвищення безпеки під час руху заднім ходом та паркування автомобіля.

Особливості пристрою. Основними елементами камери заднього виду є оптичний блок та рідкокристалічний монітор. Оптика приладу має світлочувливий сенсор [19].



Рисунок 1.14 – Зображення з камери заднього виду на рідкокристалічному моніторі

Розміри камери настільки малі, що дозволяють встановити її непомітно у задньому бампері чи рамці кріплення номерного знака. Сприймане зображення відображається на РК-моніторі або вбудованій універсальній панелі.

Деякі моделі моніторів можуть інтегруватися із дзеркалом заднього виду, розташованим у салоні. При відключеній камері дзеркало виконує свою основну функцію, а у випадку її включення на напівпрозорій частині з'являється зображення.

Увімкнення камери заднього виду відбувається в момент перемикання коробки передач у положення заднього ходу автоматично або вручну. При цьому на моніторі виникає зображення простору, розташованого за автомобілем, а також паркувальні лінії, які можуть бути відключені. Таким чином, водій, рухаючись заднім ходом, бачить те, що відбувається за ним, і оперативно реагує на зміну обстановки.

Особливості конструкції. Камери заднього виду широко представлені на ринку автомобільних аксесуарів. Вони відрізняються технічними параметрами, виконанням та вартістю. Більшість виробників намагається розробляти конструкції виробів, які спрощують встановлення та підключення приладу.



Рисунок 1.15 – Загальний вигляд камери заднього виду

На вибір технології цієї процедури істотно впливає форма камери. В одних моделях для її кріплення передбачаються кронштейни, інші вимагають монтаж в задньому бампері або будь-якому відповідному елементі машини.

Крім вибору оптимальної форми камери, слід звернути увагу на кут оглядовості. Якщо відеодатчик буде направлено вузько, то у водія виникнуть складнощі з оцінкою ситуації за машиною. Занадто широкий кут огляду приведе до зниження швидкості реакції водія, тому що в його полі зору буде знаходитись безліч предметів, на яких важко відразу сфокусуватися.

Технологія встановлення та підключення. Встановлення камери заднього виду – процес індивідуальний для кожного автомобіля. Проте він має низку спільних дій для будь-якого з них.

Виконання робіт починають із встановлення самої камери. Завдання значно спрощується, якщо виробник передбачив при цьому спеціальне місце. У тому випадку, якщо воно відсутнє, у бампері роблять отвір у районі номерного знака, в якому камера фіксується зсередини.

Після цього дроти, що йдуть від приладу, пропускають у багажник. У ньому негативний провід чорного кольору з'єднується з масою, а плюсовий – з проводом, що живить ліхтар заднього ходу. В результаті такого з'єднання камера включатиметься одночасно з включенням заднього ходу, а решту часу вона буде вимкнена.

Завершивши підключення камери, розпочинають з'єднання її з монітором. Для цього використовуються дроти, що входять до комплекту обладнання. Їхня довжина достатня для прокладання через весь салон, а роз'єм типу тюльпан спрощує процес з'єднання. Помилитись при цьому досить складно, оскільки роз'єми марковані різними кольорами.

Після закінчення цього етапу приступають до з'єднання монітора з електричною бортовою системою. Під час з'єднання проводів дотримуються послідовності – негативний провід з'єднується з масою в будь-якому зручному місці, а позитивний – із силовим проводом, що живить ліхтар заднього ходу.

Завершує процес встановлення та налагодження камери заднього ходу кріплення монітора до панелі.



Рисунок 1.16 – Способи з'єднання камер з монітором

Підключати камеру заднього виду можна і до штатного автомобільного монітора, і окремо встановленого.



Рисунок 1.17 – Зображення камери заднього виду на штатному моніторі

Встановлювати камери заднього виду потрібно водіям, хто регулярно паркується в різних незнайомих місцях.

Ці відеокамери дозволяють розглянути будь-які перешкоди на місці стоянки, що допоможе не пошкодити свою та чужу машини. Також ці пристрої

стануть відмінними помічниками автолюбителям, які нерідко змушені ставити свої авто в нічний час в неосвітлених місцях. Камери заднього виду стануть в пригоді, як водіям-новачкам, так і автовласникам з досвідом, надавши їм додаткову безпеку руху та комфорт.

Переваги та недоліки камер заднього виду. Паркувальні камери походять від звичайних відеокамер, але дещо він них відрізняються: оглядовий кут камер заднього виду починається з позначки 130 градусів, щоб транслювати водію якомога більший простір за машиною; дзеркальне відображення зображення у відеокамерах заднього огляду дозволяє бачити водію правильне розташування предметів позаду авто. Іншими словами, те, що знаходиться, наприклад, ліворуч від машини, відображається і на моніторі ліворуч, що праворуч, те і на екрані праворуч [12].

Камери заднього виду для авто мають деякі недоліки. Наприклад, використання в нічний час недостатньо ефективно. Є, звичайно, моделі інфрачервоних відеокамер, але вони й коштують дорожче, і їх не так зручно використовувати вдень через неприродність зображення. Втім, огляд за допомогою інфрачервоної камери не настільки актуальний, оскільки труднощі з паркуванням зазвичай виникають в денний час. Крім того, багато звичайних паркувальних відеопристроїв мають невелике зміщення до інфрачервоного діапазону роботи, що забезпечує достатню видимість навіть у сутінках.

1.4 Висновки до розділу

1. Перевагою використання парктроніка є спрощення процесу паркування автомобіля, що дозволяє максимально точно та безпечно припаркувати його у стиснутому просторі. Недоліки: неправильне сприйняття похилої поверхні, як перешкод для руху, некоректне реагування на туман.

2. Системи інтелектуальної допомоги для паркування допомагають припаркувати автомобіль в автоматичному або напівавтоматичному режимі.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Проблеми руху та повороту великогабаритних транспортних засобів

Всі прийоми водіння одиночного автомобіля застосовуються і для великогабаритних транспортних засобів, проте зважаючи на їх значну вагу і габарити є свої особливості. Автопоїзд – це автомобіль-тягач з одним напівпричепом або з одним або декількома причепами [10].

Гальмівний шлях автопоїзда більший, ніж гальмівний шлях одиночного тягача. Під час руху причіп постійно відхиляється від траєкторії руху автомобіля-тягача, що підвищує небезпеку під час обгону та зустрічного роз'їзду. Тому керувати автопоїздом значно складніше, ніж одиночним автомобілем. Маневреність автопоїзда гірша, ніж в одиночного автомобіля.

Також водію слід враховувати, що під час повороту автопоїзда причіп зміщується у бік центра повороту та збільшується ширина коридору руху автопоїзда. Ця обставина особливо суттєва, коли автопоїзд рухається вулицями міста та повороти на перехрестях мають малий радіус. Виникає небезпека заїзду причепа на тротуар, де він може травмувати пішоходів, збити щоглу освітлення чи світлофор, пошкодити зелені насадження. Приклад повороту великовантажного автомобіля показано на рис. 2.1., де 1 – позиція автомобіля перед поворотом; 2 – позиція та траєкторія коліс під час повороту.

Деякі причепа та напівпричепа мають керовані колеса, які повертаються на повороті та забезпечують рух коліс причепа по колії тягача. Водіння автопоїздів з такими причепами дещо простіше. Рух автопоїзда заднім ходом становить особливу складність. При цьому на причіп діє штовхаюче зусилля, і він прагне відійти вбік. Водію доводиться постійно змінювати положення керованих коліс тягача, при цьому невеликі помилки дають великі відведення причепа убік. Потрібний великий досвід, щоб з першої спроби подати причіп заднім ходом у призначене місце.

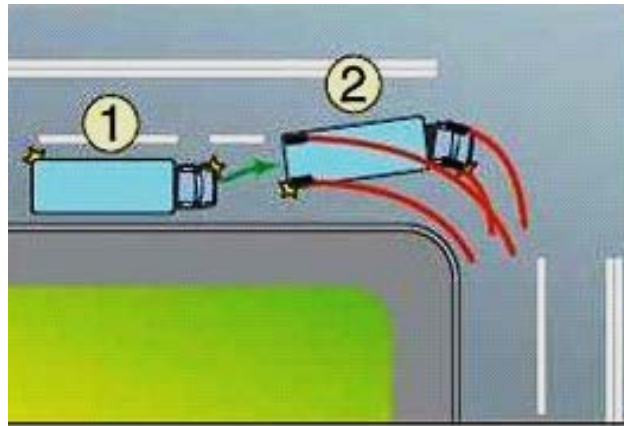


Рисунок 2.1 – Приклад траєкторії повороту великовантажного автомобіля

Але й тут проблеми великогабаритних транспортних засобів не закінчуються. Через свої великі габарити вантажні автомобілі мають «сліпі зони» (невидимі).

2.2 Розрахунок руху автопоїзда на повороті

Рух автопоїзда на повороті є менш однозначним на відміну від руху одиночного тягача – в результаті того, що шарнірно з'єднані між собою елементи поїзда можуть здійснювати непередбачені і неконтрольовані водієм взаємні переміщення. Їх аналіз складає труднощі, тому під час вивчення повороту поїздів зазвичай обмежуються дослідженнями їх кінематики, припускаючи, що тягач і причіп мають загальний постійний центр повороту, який знаходиться, якщо дивитися у плані, в точці пересічення всіх осей поїзда. Навколо цього центра будь-які точки поїзда рухаються за круговими траєкторіями, а всі колеса поїзда обертаються без бічного ковзання.

Кругова траєкторія середини задньої осі причепа зміщена відносно відповідної траєкторії середини заднього моста тягача на деяку відстань S_k (рис. 2.2). Зміщення траєкторії причепа має істотний вплив на поворотливість (маневреність) поїзда, оскільки воно збільшує ширину B_r габаритного коридору (смуги повороту), необхідної для вільного руху під час повороту. Зміщення траєкторії причепа є також однією з причин того, що під час повороту колеса

причепи не котяться по колії коліс тягача, навіть якщо розміри колії в них однакові. В результаті зростає опір коченню поїзда, особливо значно під час руху по поганих дорогах.

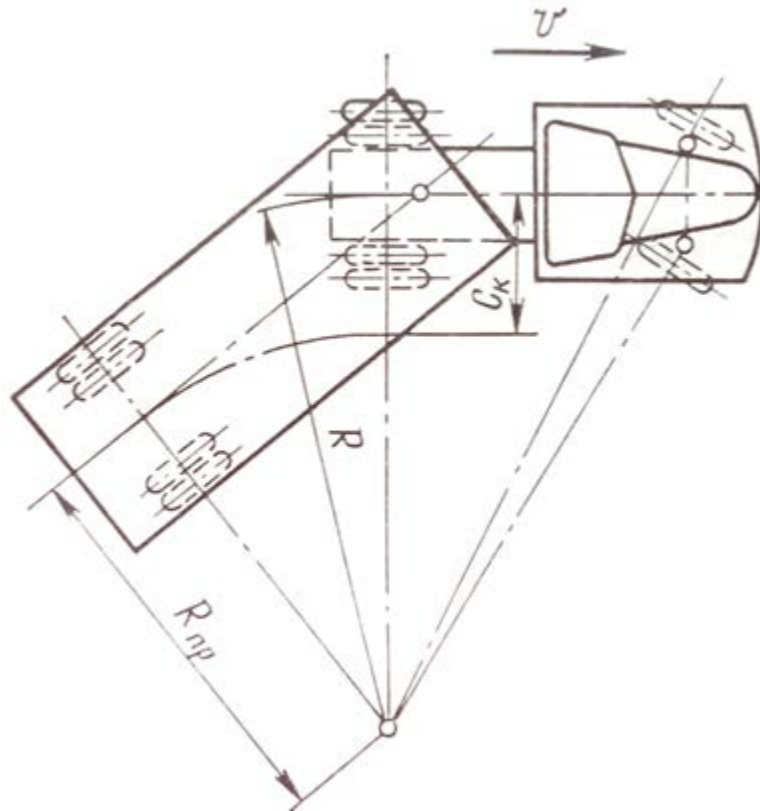


Рисунок 2.2 – Схема повороту автопоїзда

Абсолютна величина зміщення траєкторії причепа (основної точки – середини заднього візка) відносно основної траєкторії тягача визначається

$$C_k = R - R_{пр}, \quad (2.1)$$

де R і $R_{пр}$ – відповідно радіуси повороту тягача і причепа.

Під час кругового руху автопоїзду ширина габаритної смуги руху визначається

$$B_r = [(R_0 + 0,5B_0)^2 + (L_0 + C'_0)^2]^{1/2} - R_0 + 0,5B_n + C_k, \quad (2.2)$$

де R_0 – радіус повороту ведучої точки автомобіля-тягача;

L_0 – база автомобіля-тягача;

C'_0 – передній вибіг автомобіля-тягача;

C_k – зміщення траєкторії причепа.

Для автопоїздів під час кругового повороту характерна залежність:

траєкторії причепа. Отримане зображення руху автопоїзда на повороті і визначення траєкторії окремих його ланок графо-аналітичним способом.

Для забезпечення плавності траєкторії і при цьому вписатися в обмеження на місцевості, повинна бути правильно задана величина режимного параметру повороту (умовно – відношення швидкості повертання водієм рульового колеса до лінійної швидкості руху транспортного засобу):

$$k_{\pi} = \dot{\theta}_0 / v_0, \quad (2.4)$$

де $\dot{\theta}_0$ – кутова швидкість повороту передніх керованих коліс автомобіля-тягача;

v_0 – швидкість поступального руху автопоїзда.

Для забезпечення плавності повороту автопоїзда траєкторія шворня сідельно-зчіпного пристрою (основна траєкторія тягача) повинна обов'язково мати три ділянки: ділянку входження в поворот, кругову ділянку, ділянку виходу з повороту.

Центральний кут кругової ділянки основної траєкторії тягача

$$\varphi_k = \Psi - 2\psi_{0max}, \quad (2.5)$$

де Ψ – кут повороту автопоїзда;

ψ_{0max} – максимальний кут повороту поздовжньої осі тягача відносно вихідного напрямку руху на перехідній (вхідній, вихідній) ділянці траєкторії.

Поточне значення величини кута повороту поздовжньої осі тягача ψ_0 визначається за формулою:

$$\psi_0 = -\ln \cos \theta_0 / k_{\pi} L_0, \quad (2.6)$$

де θ_0 – кут повороту керованих коліс тягача;

L_0 – відстань від основної точки тягача (сідла) до передньої осі (за проекцією на площину дороги);

k_{π} – режимний параметр.

Максимальне значення кута ψ_0 має за умови $\theta_0 = \theta_{0max}$,

$$\theta_{0max} = \arctg(L_0 / R_{0min}), \quad (2.7)$$

де R_{0min} – мінімальний радіус кругової ділянки основної траєкторії тягача (рис. 2.4, $R_0 = R_{0min}$ при $R_{нк} = R_{нкmin}$).

$$R_{0min} = \sqrt{R_{нкmin}^2 - L_0^2} - 0,5B_k, \quad (2.8)$$

де $R_{нкmin}$ – мінімальний радіус повороту переднього зовнішнього колеса тягача;

B_k – колія передніх коліс тягача.

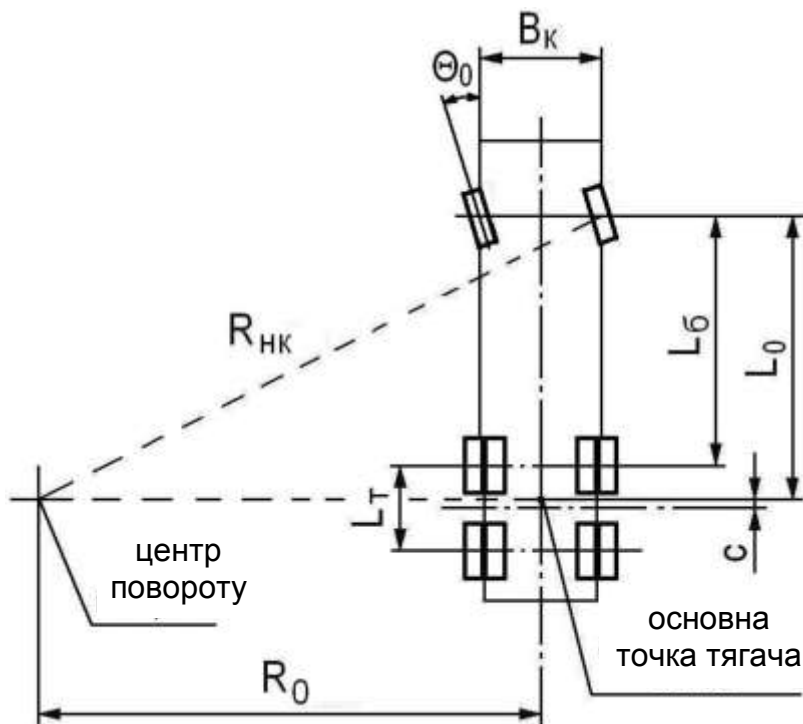


Рисунок 2.4 – Схема повороту для визначення радіуса R_0

Згідно рекомендацій [17] і формул (2.1)–(2.8) поворот, наприклад, автомобіля тягача КрАЗ-6443 ($L_0=4,64$ м, $B_k=1,99$ м, $R_{нкmin}=10,3$ м) на кут 90° з мінімальним радіусом кругової ділянки $R_{0min}=8,2$ м, можливий для значення режимного параметра не менше $0,039$ рад/м. За умови $k_{п} < 0,039$ рад/м, як показують обчислення, центральний кут кругової ділянки траєкторії тягача виявляється негативним (рис. 2.5). Це означає, що траєкторія тягача буде мати лише дві ділянки: ділянку входження у поворот і ділянку виходу з повороту, і ці ділянки не матимуть плавного спряження, що здійснити без зупинки автомобіля неможливо.

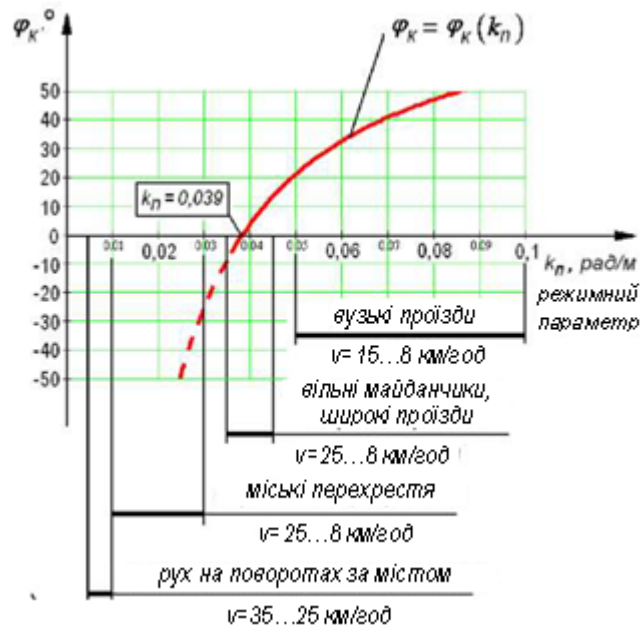


Рисунок 2.5 – Залежність центрального кута φ_k кругової ділянки основної траєкторії тягача КрАЗ-6443 від режимного параметра k_n на сухій дорозі з асфальтобетонним покриттям з поворотом на кут 90°

За таких значень k_n поворот можливий лише за умови $R_0 > R_{0\min}$. У випадку центрального кута кругової ділянки, наприклад, $\varphi_k = 10^\circ$ поворот на 90° можливий при $k_n = 0,037$ рад/м і $R_0 = 9$ м, $k_n = 0,03$ рад/м і $R_0 = 10$ м, $k_n = 0,022$ рад/м і $R_0 = 12$ м, $k_n = 0,014$ рад/м і $R_0 = 15$ м, що видно з графіків на рис. 2.6, побудованих на основі вище зазначених формул.

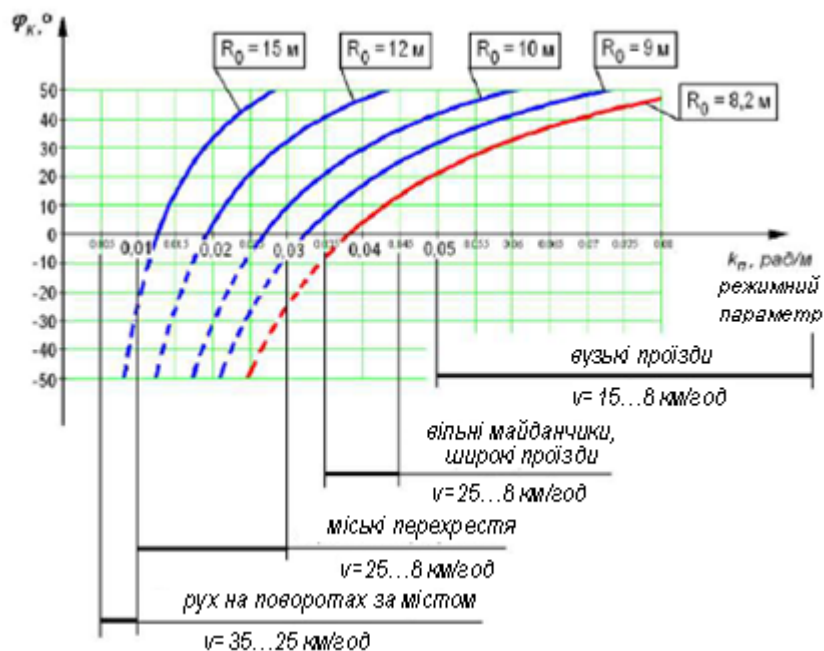


Рисунок 2.6 – До визначення можливого радіуса повороту тягача КрАЗ-6443 на 90° з режимним параметром $k_n < 0,039$ рад/м.

В реальних умовах уміння задати правильну величину режимного параметра залежить від майстерності водія, який на основі свого досвіду визначає необхідну швидкість повороту рульового колеса залежно від швидкості руху автомобіля на повороті. Але навіть самий добрий водій не зможе вписатися в поворот, якщо геометричні параметри керованого ним автотранспортного засобу не будуть відповідати наявним на конкретній місцевості умовам проїзду.

2.3 Сліпі зони автопоїздів

Сліпа зона – це частина дороги, недоступна для огляду водію транспортного засобу. Як правило, вантажівки мають 4 невидимі зони.

Одна з невидимих зон знаходиться прямо позаду автопоїзда. З обох боків знаходяться ще дві мертві зони, які можуть поширюватися на кілька смуг.

Одна зона знаходиться попереду вантажівки, охоплюючи смугу, по якій рухається сама вантажівка, а також смугу праворуч. Зони представлені на рис. 2.7.

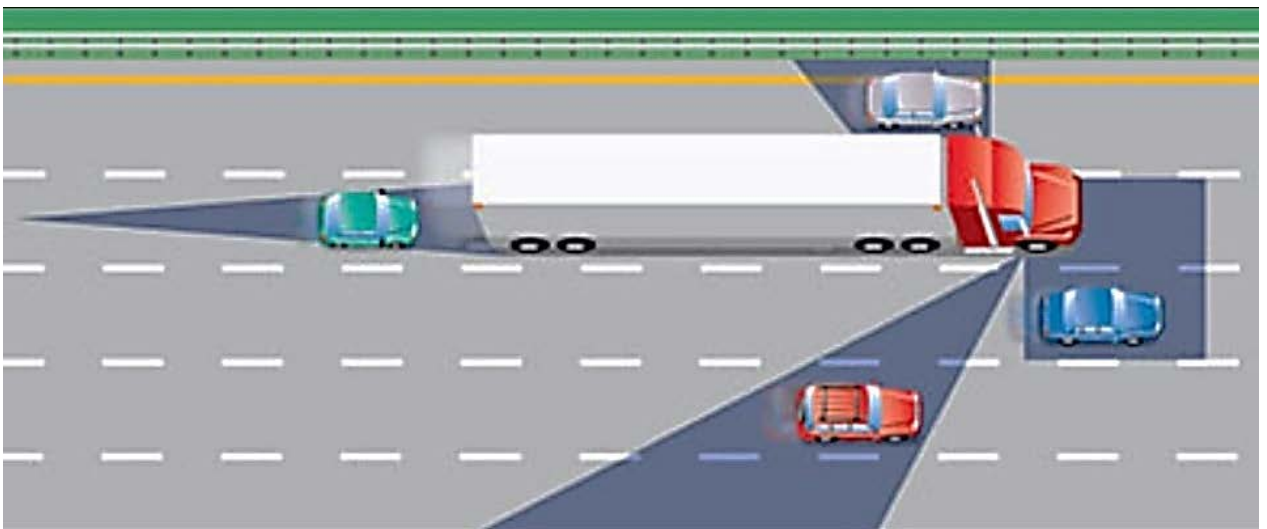


Рисунок 2.7 – Сліпі зони вантажного автомобіля

Автомобіль із причепом стискає на дорозі інші транспортні засоби, у щільних транспортних потоках можливі попутні зіткнення через помилки у виборі дистанції, бічних інтервалів, неухважність або відсутність необхідних практичних навичок у водіїв.

Особливо небезпечною вважається сліпа зона, яка знаходиться праворуч від автопоїзда. Вона є загрозою для інших учасників руху під час повороту. Для повороту вантажівці потрібні додаткові смуги руху. Під час повороту водій вантажівки не бачить транспортних засобів, що рухаються праворуч від нього. Це також стосується мотоциклістів і велосипедистів. На рис. 2.8. зображено автопоїзд, що повертає праворуч. При цьому він зайняв ліву смугу руху, щоб зайти в поворот з правильною траєкторією. Праворуч від нього рухається автомобіль. Під цифрою 1 позначено зону огляду бічного дзеркала, під цифрою 2 позначено сліпу зону, що утворюється під час правого повороту вантажівки; синіми лініями показано траєкторію передніх коліс вантажівки; жовтими лініями показано траєкторію коліс причепа.

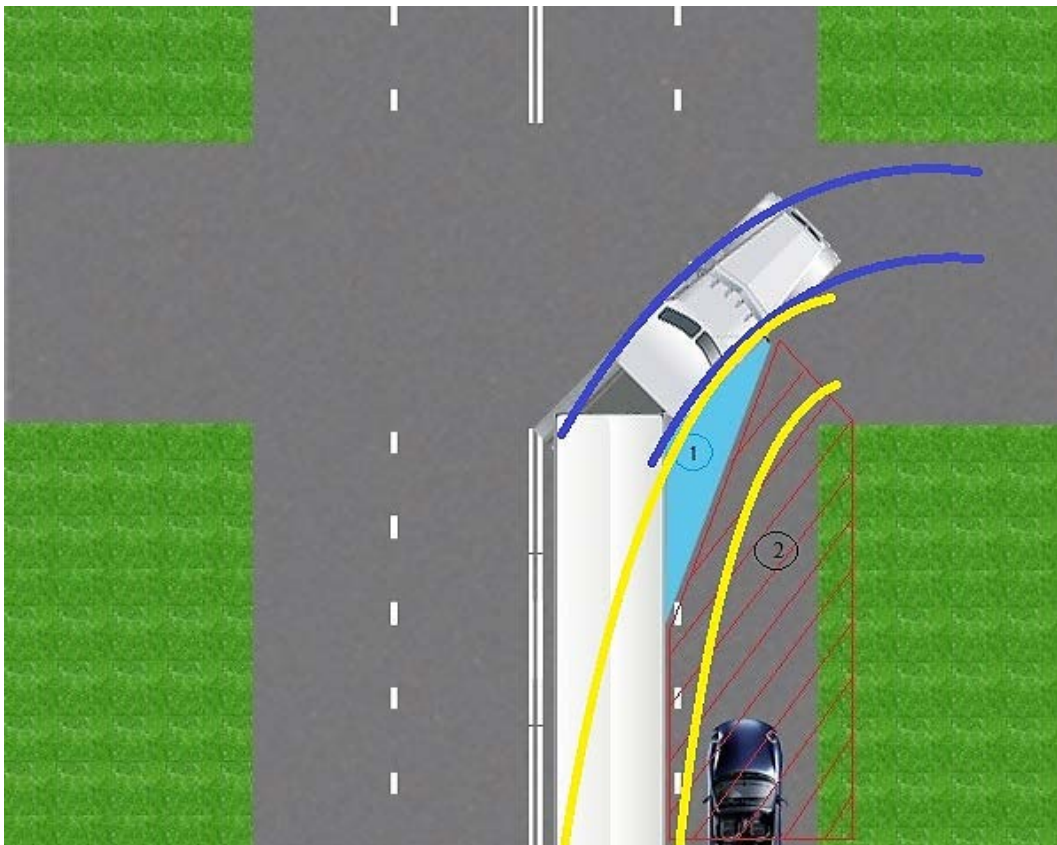


Рисунок 2.8 – Поворот автопоїзда праворуч

Через зміщення причепа у бік повороту і збільшення ширини коридору руху, утворюється аварійна ситуація, в якій водій автопоїзда може не помітити автомобіль, що рухається по смузі, і зачепити його, як показано на рис.2.9.

Тому від водія автомобіля з причепом вимагається підвищена увага, оскільки причіп обмежує маневреність, прохідність, збільшує час розгону та гальмівний шлях тягача з причепом. З цієї ж причини під'їжджати до вантажівки з правого боку кабіни небезпечно.

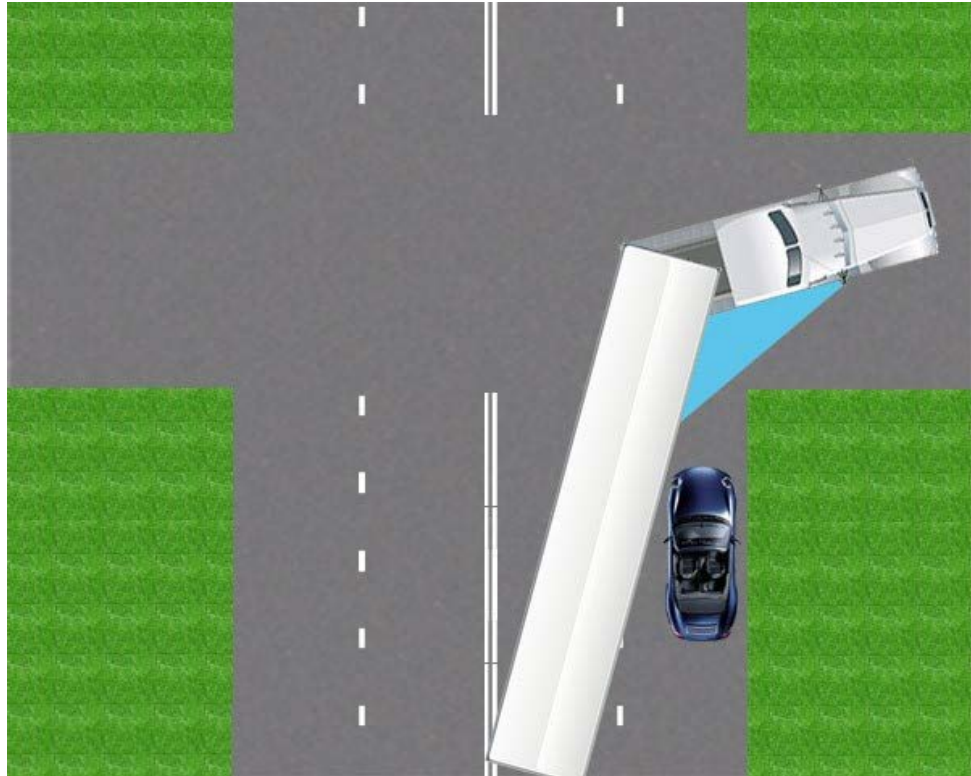


Рисунок 2.9 – Аварійна ситуація під час повороту автопоїзда праворуч

Водіям потрібно пам'ятати, що під час наближення лівим бортом до кабіни водій вантажівки в цей момент може не помітити легковий автомобіль та створити аварійну ситуацію.

2.4 Висновки до розділу

1. Під час повороту автопоїзда причіп зміщується у бік центра повороту та збільшується ширина коридору руху автопоїзда, що негативно позначається на безпеці руху. Маневреність автопоїзда гірша, ніж в одиночного автомобіля.

2. Під час руху автопоїзда недоступними для огляду водія є чотири зони (сліпі зони). Від водія автомобіля з причепом вимагається підвищена увага, оскільки причіп обмежує маневреність, прохідність, збільшує час розгону та гальмівний шлях тягача з причепом.

3 ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗАДНІМ ХОДОМ

3.1 Розробка камери заднього виду

Автомобільні аварії у розвинених країнах є головною причиною загибелі здорових людей [10]. Система, яка зможе попередити водія про потенційну небезпеку аварії та забезпечить достатній час для реакції водія, зможе значно зменшити кількість аварій. Для адекватної оцінки дорожньої ситуації така система має:

- визначати межі дороги;
- виявляти та розпізнавати об'єкти на дорозі: автомобілі, мотоцикли, пішоходів, лінії дорожньої розмітки;
- оцінювати положення автомобіля на дорозі, навіть за відсутності ліній дорожньої розмітки.

Розглянемо підвищення безпеки руху заднім ходом на прикладі звичайного автопоїзда.

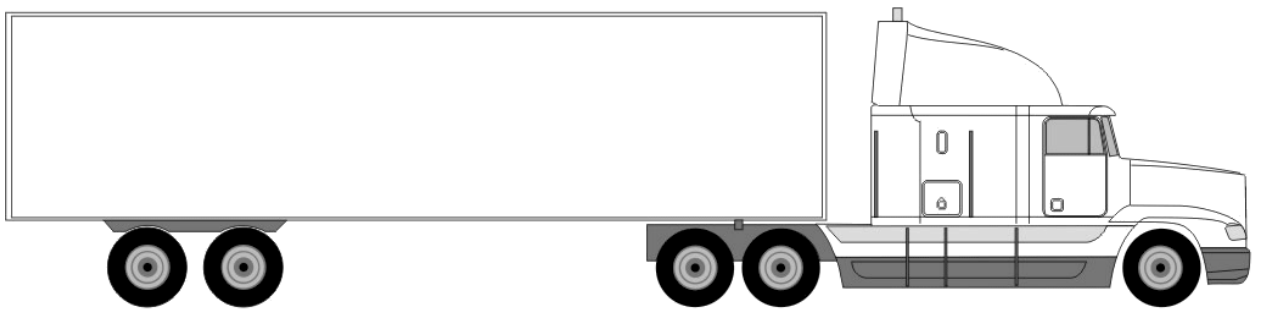


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд автопоїзда

Як і будь-який інший великогабаритний автомобіль він матиме сліпі зони, через що виникатиме небезпека для пішоходів та інших учасників руху під час повороту праворуч та русі заднім ходом. Спробуємо вирішити ці проблеми.

Почнемо з «сліпої зони», що знаходиться позаду автомобіля. Вона створює небезпеку для пішоходів, які у ній перебувають. виправити цю ситуацію спробуємо за допомогою камери, встановленої на верхній частині причепа.

Найсучаснішим і безпечним методом підвищення безпеки руху заднім ходом буде встановлення монокулярної монохромної камери, яка визначатиме межі дороги, форми та положення об'єктів, розташованих на дорозі. Метод передбачає отримання кадрів напівтонованого зображення від камери, встановленої на транспортному засобі, за якого: межі об'єктів формуються шляхом перетворення напівтонованого зображення в бінарне зображення, що характеризується першим та другим бінарними кольорами, із зазначенням меж об'єктів напівтонованого зображення першим бінарним кольором; виділяється зображення поверхні дороги шляхом заливання першим однотонним кольором усередині замкнутого контуру дороги, обмеженого першим бінарним кольором; визначається контур лівої, правої та верхньої меж зображення поверхні дороги; виявляються та розпізнаються об'ємні об'єкти, зображення яких стикаються з контуром зображення поверхні дороги, шляхом аналізу форми контуру, лівої, правої та верхньої меж зображення поверхні дороги і далі визначається положення цих об'єктів на дорозі; виділяється на зображенні поверхні дороги зображення плоских об'єктів, які знаходяться нижче за верхню межу контуру зображення поверхні дороги і обмежені першим бінарним кольором, шляхом заливання цих об'єктів другим однотонним кольором і визначають форму та положення цих об'єктів на дорозі.

На підставі таких даних за допомогою відомих методів можна оцінювати дистанції та швидкості всіх виявлених об'єктів.

Найбільш складним завданням є визначення меж дороги, особливо за відсутності дорожньої розмітки.

Такий алгоритм працює досить швидко в режимі стеження, коли тривимірні фронтальні об'єкти на дорозі вже виявлені, оцінені їх розміри та положення на дорозі і залишається лише забезпечити розпізнавання об'єктів у заданих вікнах зображення. Проте такий метод не дозволяє розпізнати автомобіля, що обганяє, поки він повністю не з'явився в полі зору фронтальної камери.

Усі відомі способи визначення меж дороги та положення об'єктів, що знаходяться на дорозі, для забезпечення достатньої достовірності використовують складні методи статистичної обробки візуальної інформації. Але навіть така складна обробка не забезпечує надійного розпізнавання фізичної межі дороги та забезпечує достовірність розпізнавання ліній розмітки смуг не більше 70%, навіть на дорогах США та ЄС. Тому є актуальним завдання створення надійного способу визначення меж дороги та об'єктів, що знаходяться на дорозі з використанням процесорних засобів, порівняно невисокої продуктивності.

Технічним завданням, що вирішується запропонованим способом, є значне підвищення надійності розпізнавання меж дороги, елементів розмітки дороги та транспортних засобів, а також інших тривимірних та двовимірних об'єктів, що знаходяться на дорозі, за допомогою простих алгоритмів розпізнавання, що дозволяє реалізувати систему зору автомобіля на базі масових недорогих електронних компонентів, приблизно на порядок знизити вимоги до продуктивності засобів обробки відеопотоку.

Спосіб визначення меж дороги, форми та положення об'єктів, що знаходяться на дорозі, включає отримання кадрів напівтонового зображення від камери, встановленої на транспортному засобі, і включає також наступні операції.

Формують межі об'єктів шляхом перетворення напівтонового зображення на бінарне зображення, що характеризується першим і другим бінарними кольорами, з виділенням меж об'єктів напівтонового зображення першим бінарним кольором.

Виділяють зображення поверхні дороги шляхом заливання першим однотонним кольором усередині замкнутого контуру дороги, обмеженого першим бінарним кольором.

Визначають контур лівої, правої та верхньої меж зображення поверхні дороги.

Виявляють і розпізнають об'ємні об'єкти, зображення яких стикаються з контуром зображення поверхні дороги, шляхом аналізу форми контуру, лівої, правої та верхньої меж зображення поверхні дороги, і далі визначають форму і положення цих об'єктів на дорозі.

Виділяють на зображенні поверхні дороги зображення плоских об'єктів, які знаходяться нижче за верхню межу контуру зображення дороги і обмежені першим бінарним кольором (лінії розмітки, тіні, плями на дорозі) шляхом заливання цих об'єктів другим однотонним кольором і визначають форму і положення цих об'єктів на дорозі.

Пропонований спосіб передбачає обробку кадрів напівтонового зображення, що відразу знижує вимоги до камери і полегшує подальшу обробку зображень, зважаючи на невеликий обсяг пам'яті для їх запису і порівняно невисоких вимог до обладнання, що виробляє обробку таких зображень. Далі проводять виділення меж об'єктів напівтонового зображення шляхом його перетворення на бінарне зображення та виділення меж (виділення країв) об'єктів за допомогою одного з відомих способів в обробці зображень. Виділення зображення поверхні дороги роблять шляхом заливання першим однотонним кольором усередині замкнутого контуру дороги. Операція заливки однотонним кольором замкнутих контурів добре відома в системах обробки зображень, проте ніколи не застосовувалася для визначення меж дороги у системах обробки зображень транспортних засобів.

Таким чином, за допомогою простих операцій, вже на перших етапах обробки напівтонового зображення, у цьому способі визначають зображення поверхні дороги. Подальші операції спираються на використанні виділеного зображення поверхні дороги і спрямовані на виявлення і розпізнавання об'ємних об'єктів, зображення яких стикаються з контуром зображення поверхні дороги і об'ємних і площинних об'єктів, розташованих на поверхні дороги.

В частковому випадку виконання способу за камеру для отримання кадрів напівтонового зображення дороги використовують монохромну камеру.

Крім того, камеру на транспортний засіб встановлюють таким чином, щоб оптична вісь камери була паралельна площині дороги, при цьому площину горизонту розташовують приблизно в середній частині кадру, коли транспортний засіб розташовується на горизонтальній ділянці дороги.

Таке розташування камери дозволяє забезпечувати вимірювання дистанції до об'єкта та його ширини за допомогою монокулярної камери.

Зокрема, під час визначення замкнутого контуру дороги за нижню частину контуру дороги приймають зображення межі частин транспортного засобу, з якого ведеться зйомка, розташована в нижній частині кадру або нижня межа кадру.

У частковому випадку визначають замкнутий контур дороги як перепад яскравості між початком і кінцем розмитої межі дороги.

Зокрема, під час визначення контуру дороги, якщо контур дороги першого бінарного кольору має розриви, створюють ряд вертикальних ліній першого бінарного кольору поза межами дороги, що забезпечує локалізацію розриву заливки зображення поверхні дороги. При цьому аналізують верхню межу отриманого контуру зображення поверхні дороги, розпізнають локалізовані розриви заливки зображення дороги, виключають ці розриви шляхом фарбування в перший бінарний колір і повторно генерують верхню межу зображення дороги.

За наявності тіней від дерев, стовпів або транспортних засобів, що перетинають зображення дороги і розтинають зображення дороги на окремі частини, формують щонайменше одну вертикальну смугу другого бінарного кольору, що розсікає контури тіней і забезпечує заливку всього видимого зображення поверхні дороги першим однотонним кольором. Після заливання розсічених меж тіней другим однотонним кольором, аналізують форму всіх залитих цим кольором об'єктів і об'єкти, що не підходять як об'єкти ліній розмітки фарбують першим однотонним кольором, і знову визначають бічні межі зображення дороги.

Зокрема, під час формування лівої та правої меж дороги визначають найвищу точку контуру дороги і приймають її за середню точку, що ділить дорогу на ліву та праву частини.

Крім того, виявлення та розпізнавання об'єктів, зображення яких стикаються з контуром зображення поверхні дороги, проводять шляхом аналізу форми та розмірів контурів цих об'єктів, що одночасно є контурами меж зображення поверхні дороги.

Зокрема форму зображень об'ємних об'єктів визначають за допомогою аналізу параметрів стрибків зображення контуру дороги, викликаних цими об'ємними об'єктами.

Крім того, об'єкти, що здійснюють обгін на сусідніх смугах, розпізнають шляхом виділення зображення передньої частини цих об'єктів, забезпечуючи оцінку поперечної дистанції до бічної межі об'єктів.

Зокрема, лінії меж зображення дороги у ближній зоні апроксимують прямими лініями, параметри яких зберігають у пам'яті параметрів дороги. За виявленими елементами переривчастих ліній розмітки смуг визначають лінії меж смуг та оцінюють ширину смуг. При виявленні щонайменше одного елемента переривчастої розмітки тільки однієї межі смуги, за другу точку при визначенні цієї межі смуги використовують точку перетину прямих ліній розпізнаних меж дороги, а замість другої межі смуги генерують лінію кордону смуги.

Спосіб може бути реалізований за допомогою пристрою обробки блок-схема якого представлена на рис. 3.2.

На транспортному засобі, наприклад, на вантажівці, встановлена камера 1, з'єднана з пристроєм обробки сигналів 2 камери, який може бути виконаний у вигляді мікроконтролера або ЕОМ (рисунок 3.3). Камеру встановлюють на верхню частину причепа. Таке встановлення камери дозволяє відстежувати поверхню дороги різної конфігурації, у тому числі з підйомами та спусками. Під час реалізації способу застосовувалася монохромна камера з матрицею

640 X 480 пікселів та з кутом огляду 40 град. Така камера дозволяє виявити передні автомобілі на дистанціях до 60 м.

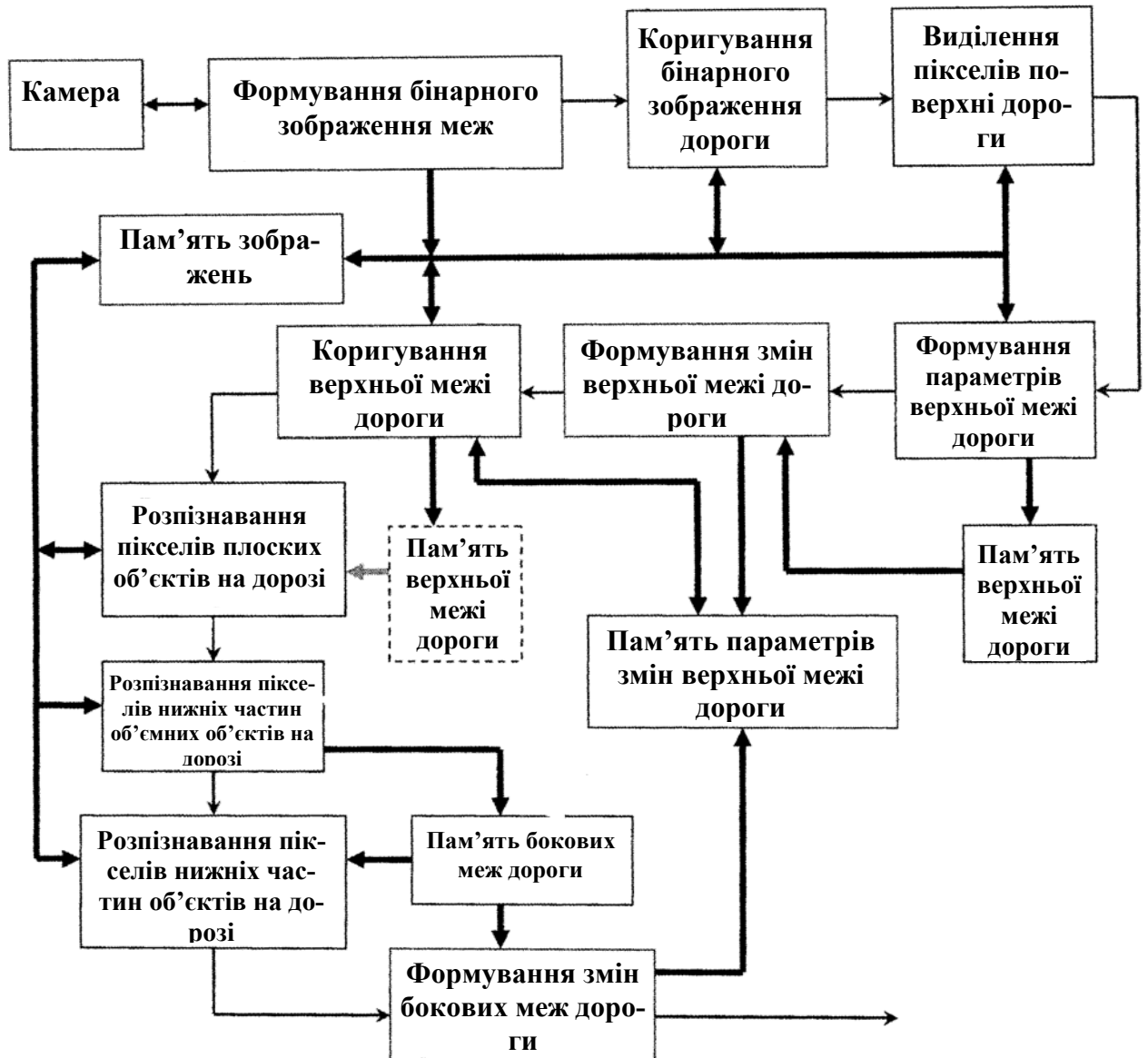


Рисунок 3.2 – Елемент блок-схеми пристрою обробки

Слід також зазначити, що далі мова піде про спосіб обробки зображень, коли камера спрямована під час руху заднім ходом автомобіля (рис. 3.3).

В процесі обробки сигналу від камери на першому етапі формуються межі об'єктів шляхом перетворення напівтонового зображення в бінарне зображення, яке характеризується першим та другим бінарними кольорами, з

виділенням меж об'єктів напівтонового зображення першим бінарним кольором.

Блок формування меж об'єктів забезпечує виділення меж об'єктів у місцях зображення, де є перепади яскравості. Блок обчислює градієнти перепадів яскравості кожної пари пікселів вхідного кадру і порівнює значення цього перепаду зі встановленим порогом. Якщо перепад перевищує поріг, то відповідний піксел бінарного зображення визначається першим бінарним кольором у цій реалізації чорним кольором.

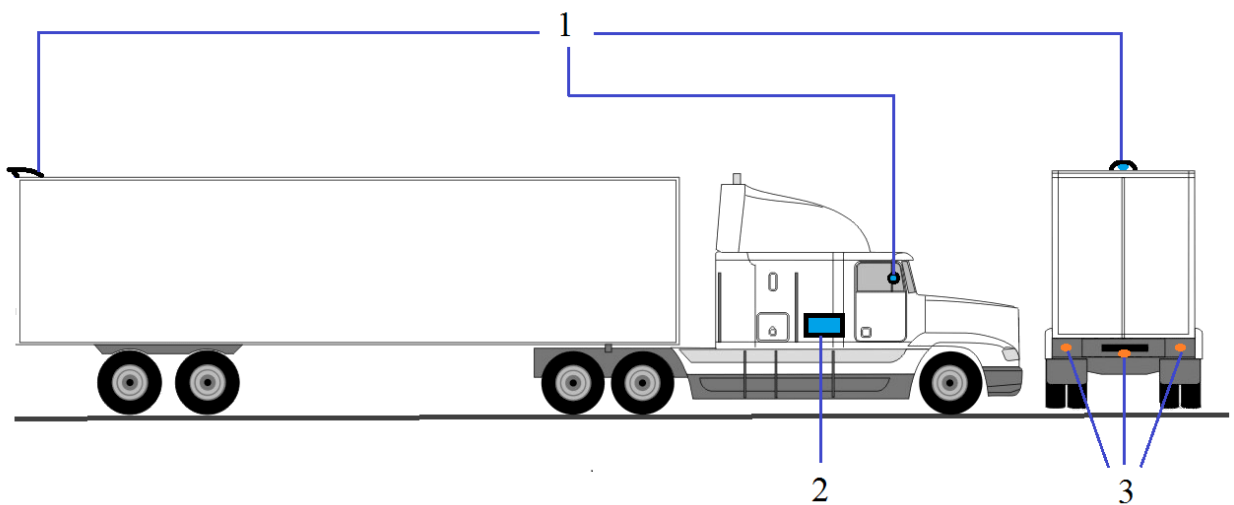


Рисунок 3.3 – Розміщення пристроїв на вантажному автомобілі

Результат такої обробки вихідного напівтонового зображення (рис. 3.4) показаний на рис. 3.5. Блок формування меж може бути реалізований на основі одного з відомих методів обробки зображень для отримання меж об'єктів.

Потім зображення перетворюються таким чином, що замість широких імпульсів градієнтів яскравості приблизно посередині розмитих меж формуються вузькі імпульси перепаду яскравості, амплітуда яких дорівнює інтегральному перепаду яскравості меж. Така обробка в кілька разів збільшує контрастність розмитого кордону за рахунок того, що на відміну від стандартної процедури обчислення градієнта яскравості двох сусідніх пікселів, градієнт яскравості розмитої межі дорівнює сумі градієнтів яскравостей сусідніх пікселів розмитої межі. Блок пам'яті призначений для зберігання всіх зображень.



Рисунок 3.4 – Результат вихідного напівтонного зображення



Рисунок 3.5 – Оброблений малюнок напівтонного зображення

Блок коригує межі дороги, якщо контур дороги першого бінарного кольору має розриви. Аналізує верхню межу отриманого контуру зображення

поверхні дороги, розпізнає локалізовані розриви заливки зображення дороги, виключає ці розриви шляхом забарвлення в перший бінарний колір, і повторно генерує верхню межу зображення дороги.

Для запобігання проривам контуру дороги блок корекції меж об'єктів формує ряд вертикальних чорних ліній поза межами дороги. Ширина кожної лінії ряду – 1 піксель, відстань між сусідніми вертикальними лініями 10 пікселів. Верхні кінці всіх ліній знаходяться на верхньому рядку зображення межі дороги.

Нижні кінці розташовані на 5 пікселів нижче за відповідну верхню межу зображення поверхні дороги попереднього кадру. Навіть за кількох розривів лінії межі дороги лише вузькі вертикальні стовпці, обмежені чорними лініями решітки можуть бути пофарбовані першим однотонним кольором. Якщо забезпечити таку якість формування меж зображення, щоб не допустити розриву межі зображення дороги на сусідніх ділянках решітки чорних ліній, верхню межу зображення поверхні дороги можна повністю відновити.

Блок корекції меж об'єктів забезпечує також корекцію отриманого зображення фронтів. Справа в тому, що на поверхні дороги можуть бути тіні, як від дерев, стовпів, що знаходяться поза межами дороги, так і автомобілів. Якщо така тінь повністю перекриває полотно дороги, вона створює на зображенні меж як мінімум дві безперервні чорні лінії, що не дозволяє блоку виділення поверхні дороги пофарбувати всі пікселі зображення поверхні дороги. Блок корекції меж об'єктів розрізає такі лінії, забезпечуючи нормальну роботу блоку.

На наступному етапі виділяють зображення поверхні дороги шляхом заливання першим однотонним кольором усередині замкнутого контуру дороги, обмеженого першим бінарним кольором.

Блок виділення пікселів поверхні дороги забезпечує виділення пікселів зображення поверхні дороги, використовуючи алгоритм заливання контуру зображення поверхні дороги першим однотонним кольором, у даному випад-

ку сірим кольором. У цьому блоці реалізується один із відомих алгоритмів заливання замкнутого контуру, які застосовуються для генерації зображень. Слід зазначити, що цей алгоритм раніше не застосовувався для обробки зображень під час аналізу поверхні дороги, і тим більше не застосовувався у способах визначення меж поверхні дороги та розпізнавання транспортних засобів, що знаходяться на дорозі.

Конттури меж зображення дороги містять у стислому вигляді інформацію про форму меж дороги та форму нижньої частини всіх дорожніх об'єктів, що стикаються з межами дороги. Аналіз форми контуру зображення меж дороги дозволяє виявити та розпізнати всі ці об'єкти.

Блок формування верхньої межі дороги забезпечує формування масиву вертикальних координат верхньої межі зображення поверхні дороги. Для цього кожен стовець зображення починаючи з першого сканується зверху вниз до виявлення першого сірого пікселя. Номер рядка цього пікселя записується в першу комірку блоку пам'яті верхньої межі. Таким чином, послідовно скануються усі стовпці зображення. Після закінчення сканування останнього стовпця завершується формування параметрів верхньої межі зображення поверхні дороги в блоці. У процесі роботи блоку визначаються координати самої верхньої точки цієї межі, верхній сірий піксел контуру дороги. Горизонтальна координата цієї точки умовно ділить верхню межу зображення поверхні дороги на дві частини (ліву та праву), що дозволяє надалі сформувати дві бічні межі зображення поверхні дороги.

Блок формування стрибків верхньої межі дороги аналізує різкі зміни вертикальних координат (стрибки) верхньої межі дороги і якщо ці стрибки перевищують заданий поріг записує параметри стрибків у пікселях (горизонтальна координата стрибка, рядок початку стрибка, висота стрибка в пікселях) в блок пам'яті параметрів стрибків меж дороги.

Блок корекції верхньої межі дороги аналізує стрибки верхньої межі дороги, розпізнає пари різнополярних стрибків, що виникають через прориви

межі зображення поверхні дороги під час заливки, і фіксує параметри цих проривів. У випадку одиничного прориву межі такий вертикальний прорив сірого кольору має форму стовпчика шириною 10 пікселів, завдяки наявності вертикальних чорних ліній, сформованих блоком корекції меж об'єктів. Лічильник проривів, що входить до складу цього блоку, фіксує кількість проривів. Цей параметр можна використовувати для корекції граничних значень градієнтів яскравості в блоці формування меж об'єктів під час обробки наступного зображення.

Блок, використовуючи інформацію про параметри імпульсів прориву, що зберігається в блоці, і описує конфігурацію верхньої межі зображення поверхні дороги, забезпечує корекцію значень у місці прориву та забарвлює всі сірі пікселі прориву у білий колір.

Блок розпізнавання пікселів плоских об'єктів на дорозі розпізнає пікселі ліній розмітки, тіней, плям на дорозі і т.п. і зафарбовує їх другим однотонним кольором, у даному випадку темно сірим кольором, що дозволяє відокремити тіні на полотні дороги від об'єктів і значно спрощує розпізнавання ліній розмітки. Для реалізації цієї функції кожен стовпець зображення сканується згори донизу, починаючи з верхнього сірого пікселя цього стовпця. Всі пікселі, які відрізняються від сірого, зафарбовуються в темно-сірий колір.

Для визначення характеру та положення плоских об'єктів на поверхні дороги виділяють на зображенні поверхні дороги об'єкти, які знаходяться нижче за верхню межу контуру зображення поверхні дороги та обмежені першим бінарним кольором, шляхом заливання цих об'єктів другим однотонним кольором.

На наступному етапі втілення способу виявляють і розпізнають об'ємні об'єкти, зображення яких стикаються з контуром зображення поверхні дороги, шляхом аналізу форми контуру, лівої, правої та верхньої меж зображення поверхні дороги, і далі визначають положення цих об'єктів на дорозі.

Блок розпізнавання пікселів нижніх частин об'ємних об'єктів розпізнає пікселі відображень частин фізичних об'єктів, що знаходяться нижче за верхню межу відображення дороги і зафарбовують їх чорним кольором. Така процедура значно полегшує подальшу обробку цих зображень. Для реалізації цієї функції кожен рядок зображення, починаючи з верхньої межі зображення поверхні дороги, сканується зліва направо від лівої межі зображення дороги до правої межі. Всі білі пікселі, які відрізняються від сірого, зафарбовуються у чорний колір.

Оскільки після попередніх етапів обробки на зображенні відзначені різними кольорами зображення двох груп об'єктів: плоскі об'єкти (забарвлені другим однотонним кольором) і нижні частини об'ємних об'єктів (забарвлені другим бінарним кольором), то для подальшої обробки цих зображень використовується параметр колір: 0 - другий однотонний колір; 1 – другий бінарний колір. Для обробки плоских об'єктів блок встановлює параметр кольору 0.

Блок формування фрагментів забарвлених об'єктів, використовуючи інформацію блоку пам'яті бічних меж, сканує зображення поверхні дороги в блоці пам'яті зображень, виявляє пікселі заданого кольору, розпізнає фрагменти злитих по горизонталі пікселів заданого кольору, формує параметри кожного фрагмента, що визначають довжину та положення фрагмента на зображенні, і записує ці параметри блок пам'яті параметрів фрагментів. Блок 36 дозволяють сформувати фрагменти двох класів піксельних відображень пофарбованих об'єктів:

- клас 0 – відображення плоских об'єктів (лінії розмітки, тіні і так далі), пікселі яких забарвлені у темно-сірий колір;

- клас 1 – відображення нижніх частин тривимірних об'єктів, пікселі яких забарвлені у чорний колір.

Блок формування забарвленого об'єкта поєднує групу злитих по вертикалі фрагментів в об'єкти, і записує параметри цих фрагментів у блок пам'яті фрагментів об'єкта.

Блок аналізує параметр колір і залежно від значення параметра колір (0/1) запускає блоки інших кольорів.

Блок забезпечує аналіз форми та класифікації зображень плоских об'єктів, виділяє зображення об'єктів розмітки та формує блок параметрів об'єктів розмітки, які зберігаються у блоці пам'яті параметрів розмітки.

Перевагою представленого способу виявлення переривчастих ліній розмітки, в порівнянні з існуючими способами, є дуже висока надійність розпізнавання зображень відрізків переривчастих ліній розмітки.

Блок забезпечує аналіз форми та класифікацію зображень транспортних засобів, формує параметри зображень транспортних засобів та записує їх у блок аналізу форми та класифікації зображень.

Типи зображень транспортних об'єктів, що розпізнаються цим блоком представлені на рис. 3.6. Для цього блок аналізу форми та класифікації зображень аналізує спочатку форму зображення нижньої частини об'ємного об'єкта, що зберігається в блоці.

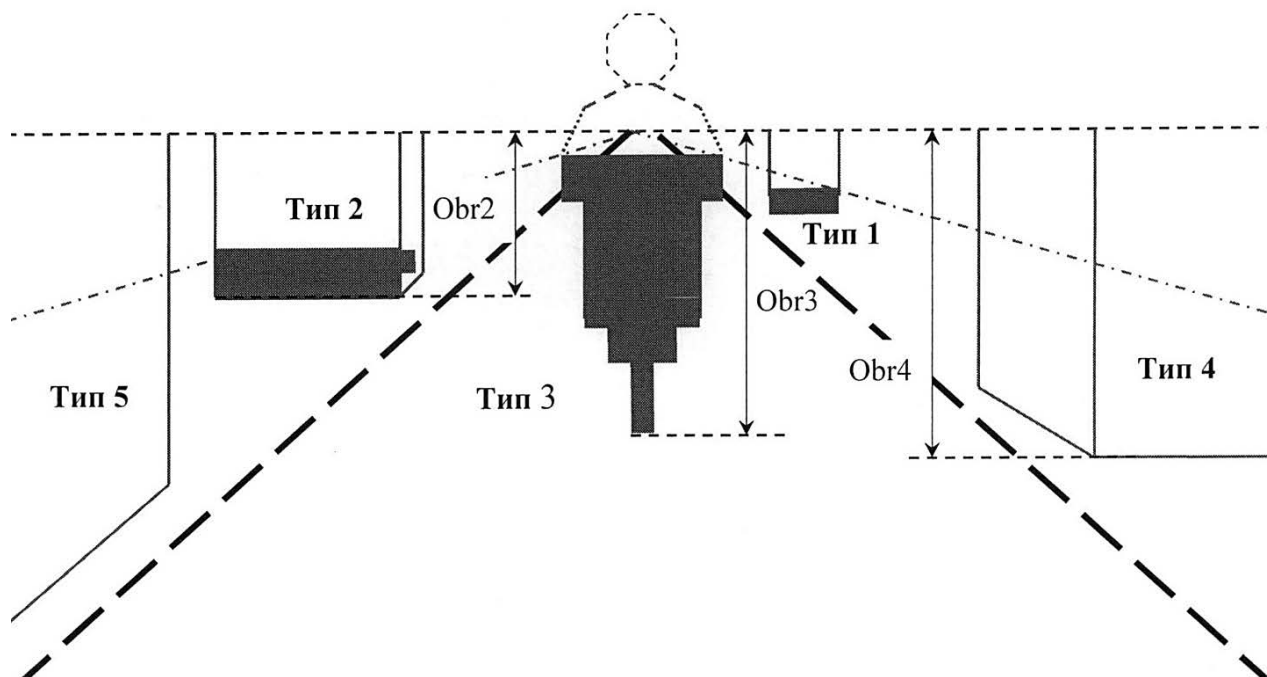


Рисунок 3.6 – Типи зображень об'єктів, що розпізнаються

Потім блок аналізу форми та класифікації зображень аналізує параметри стрибків горизонтальної та бічної межі зображення дороги, записаних у блоці, розпізнає групу стрибків, що відносяться до зображення розпізнаної перед цим нижньої частини транспортного засобу і додає параметри цих стрибків в блок параметрів аналізованого об'єкта в блоці пам'яті.

Тип зображень об'єктів визначає порядок обробки зображення об'єкта, який забезпечує коректне визначення ширини зображення транспортних засобів у пікселях.

Для визначення параметрів об'єктів типів 1-3 використовуються параметри стрибків меж дороги, що викликаються цими об'єктами та форма піксельних образів нижніх частин. Для об'єктів типів 4-5 використовуються лише параметри стрибків меж дороги, оскільки для цих об'єктів відсутні забарвлені в чорний колір зображення нижніх частин цих об'єктів.

Об'єкти типу 1 – це зображення фронтальних автомобілів з позитивним та негативним вертикальними фронтами, початкові координати яких майже збігаються з координатами кінцевих точок горизонтального стрибка. Ширина зображення цього об'єкта дорівнює величині горизонтального стрибка. Нижній рядок зображення цього об'єкта визначається вертикальною координатою негативного стрибка. У таких об'єктів можна оцінити лише ширину. Ширина зображення цих об'єктів визначається шириною рамки нижньої частини зображення об'єкта. Такі об'єкти мають постійну ширину. Ширина таких об'єктів 150-250 см.

Об'єкти типу 2 – це зображення автомобілів на бічних смугах, що знаходяться на дистанції менше 20 м, у яких видно всю задню частину автомобіля і один бік. Координати нижньої точки негативного вертикального стрибка збігаються з координатами початкової точки горизонтального стрибка. Вертикальна координата нижньої точки позитивного вертикального стрибка дещо вища від вертикальної координати горизонтального стрибка.

Об'єкти типу 3 – це зображення людини, що знаходиться позаду автомобіля.

Об'єкти типу 4 – від об'єктів типу 2 відрізняються відсутністю негативного вертикального стрибка та піксельного образу нижньої частини об'єкта. Положення нижньої межі такого об'єкта збігається з горизонтальним стрибком межі зображення дороги. Це зазвичай об'єкт на сусідній смузі, задня частина якого частково потрапляє в поле зору камери. Положення бічної межі зображення цього об'єкта визначається величиною горизонтального стрибка. Ширина зображення задньої частини таких об'єктів 30-250 см.

Об'єкти типу 5 – це бічні автомобілі, у яких видно лише бічну частину. Зображення таких автомобілів утворюють лише один позитивний стрибок. Для таких об'єктів можна визначити лише довжину та поперечну дистанцію до бічної межі цих об'єктів.

Дана класифікація об'єктів наведена тільки для ілюстрації принципу класифікації зображень об'єктів, не вичерпує кількість можливих типів зображень транспортних об'єктів і не є дослідження даної роботи. Параметри зображень транспортних засобів записуються в блок пам'яті зображень транспортних засобів. Структура параметрів зображення транспортних засобів залежить від типу об'єкта та повністю визначає форму зображення об'єкта.

Для порівняння, найбільш передова технологія спостереження для автомобілів компанії MobilEye (Ізраїль) може оцінити дистанцію до автомобіля, що обганяє на сусідній смузі, тільки коли зображення задньої частини цього автомобіля повністю з'явиться в полі зору камери, причому для розпізнавання цього автомобіля необхідно обробити не менше 4-5 кадрів відеопотоку. Це означає, що такий автомобіль буде ідентифікований, тільки коли його задня частина опиниться на дистанції не менше 12 м від автомобіля 1. До цього моменту комп'ютерне око MobilEye лише невиразно бачить, що на сусідній смузі, в полі зору камери з'явився якийсь об'єкт [13].

Запропонований спосіб визначення меж дороги, форми та положення об'єктів, що знаходяться на дорозі, заснований на розпізнаванні точок зображення поверхні дороги, дозволяє в реальному часі відстежувати дорожню ситуацію і може бути використаний у різних системах навігації та керування транспортних засобів, у тому числі для реалізації в автономних або напіваавтономних автомобілів.

Враховуючи, що спосіб обробки зображення, як мінімум, на порядок знижує вимоги до продуктивності пристрою обробки З. Пристрій обробки З може бути реалізований на базі будь-якого чотириядерного ARM процесора, які зараз встановлюються в моделях смартфонів та планшетних комп'ютерів. Враховуючи малі розміри та низьке енергоспоживання цих процесорів, спосіб може бути реалізований у вигляді компактного пристрою.

Відеосенсор, в якості якого найчастіше використовується CMOS матриця, і керований мультифокальний об'єктив безпосередньо підключаються до відповідних портів процесора. Керований мультифокальний об'єктив забезпечує зміну фокусної відстані об'єктива камери вчетверо. При максимальній фокусній відстані забезпечується горизонтальний кут огляду 22 градуси, що дозволяє надійно розпізнавати автомобілі на відстанях 40 – 60 м. За мінімальної фокусної відстані забезпечується горизонтальний кут огляду 90°, що дозволяє надійно розпізнавати транспортні засоби (ТЗ) у ближній зоні на сусідніх смугах, як тільки фронтальна частина такого транспортного засобу висунеться вперед на 3 м, відносно фронтальної межі автомобіля. Пристроєм обробки є вбудована Мікро-ЕОМ, яка включає, як мінімум, чотириядерний ARM процесор, пам'ять програм і оперативну пам'ять. Такі вбудовані мікро-ЕОМ у вигляді компактних модулів розміром 70 × 50 мм випускає, наприклад, ізраїльська компанія Computer-lab. Пам'ять програм забезпечує зберігання програми обробки, яка реалізує, представлений у роботі спосіб. Фактично, описаний спосіб і пристрій для його реалізації представляють інтелектуальну відеокамеру, яка забезпечує стиснення інформації, що надходить, при-

близно, в 100 разів (у разі застосування монохромного відеосенсора з резолюцією 640×480 елементів).

Така інтелектуальна відеокамера може застосовуватися як системний елемент, під час створення багатофункціональних систем допомоги водієві та систем автономного керування автомобілем під час руху заднім ходом. Послідовний інтерфейс забезпечує передачу цієї стиснутої інформації про конфігурацію дороги, розміри та положення всіх виявлених на дорозі транспортних засобів у систему обробки верхнього рівня.

Також для довгострокової служби монохромної камери знадобиться її захист від погодних умов. Для цього доцільно встановити її у багатофункціональний кожух (рис. 3.7.).



Рисунок 3.7 – Термокожух для монохромної камери

Проте ця камера не вирішує проблеми зі сліпою зоною, що знаходиться праворуч від кабіни водія під час повороту праворуч. Тому варто встановити звичайну камеру з монітором на бічне дзеркало.

Зупинимося на виборі камери SPARK 06B (рис. 3.8). Такий вибір обумовлений гарною репутацією та відмінними характеристиками в порівнянні з аналогами.



Рисунок 3.8 – Камера SPARK 06B

Камера має такі характеристики:

кут огляду: 170 °;

розмір кронштейна: 40 x 22 мм;

колір зображення: кольорова;

матриця: CCD (не плутати з CMOS та іншими аналогами);

відеорежими, що підтримуються: PAL / NTSC, перемикання автоматичне

фізична роздільна здатність матриці: 628x582;

оцінка водонепроникності: IP67;

мінімальна освітленість: 0.1 LUX;

роздільна здатність: 420 ліній;

вихід: CVBS тюльпан, рівень 1.0V_{p-p} 75 Ohm;

тип передачі зображення: дзеркальне;

діапазон робочої температури: від -30 °C до +80 °C;

живлення: DC 12V;

паркувальна розмітка: є;

регулювання посилення вихідного сигналу: автоматичне;

режим нічного бачення: є.

Монітор вибираємо виходячи з простоти інтерфейсу та хорошої якості зображення. Під параметри добре підходить монітор від SKY MA-43 (рис 3.9).



Рисунок 3.9 – Монітор SKY MA-43

Характеристики монітора:

матриця: рідкокристалічна, цифрова;

розміри монітора 108x82x15мм;

роздільна здатність: 480x272 пікселя;

екран: 4:3 / 16:9;

робоча напруга: 9~24 Вольт;

контрастність: 350:1;

енергоспоживання: 3 Вт;

TV-система: Pal/NTSC;

відтворення звуку: ні;

робоча температура: -10 + 50 градусів.

Встановлюємо камеру та монітор, керуючись інструкцією.

3.2 Парктроніки для причепа

Під час руху заднім ходом великовантажних автомобілів навіть камера може не помітити наближення перешкоди або дітей на дуже близькій відстані (1-2 метри). Тому, з метою безпеки потрібно обладнати ТЗ парктроніком.

Вибираємо PS-03V з 4-ма ультразвуковими датчиками.



Рисунок 3.10 – Комплектація парктроніка PS-03V

Для автопоїзда буде достатньо трьох датчиків.

Характеристики парктроніка:

кількість ультразвукових датчиків 4;

зона виявлення перешкоди 03-18 м.;

діаметр датчика 22 мм;

кут огляду датчика 60 °;

звуковий сигнал тривоги: Є, 65 дБ;

напруга 12-15 DC В;

номінальна напруга 12 DC В;

робоча температура -30°C +80°C

вага товару в упаковці 530 г;

розміри упаковки 25x17,5x6 см;



Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд датчика

З врахуванням кута огляду одного парктроніка в сумі отримаємо огляд у 180° , що цілком є достатнім.

Зрештою удосконалення автопоїзда виглядатиме наближено як на рис. 3.11. і 3.12, де 1 – камери (монохромна камера ззаду і камера на бічному дзеркалі), 2 – мікроконтролер, 3 – парктроніки. Лініями позначено зону оглядовості пристроїв.

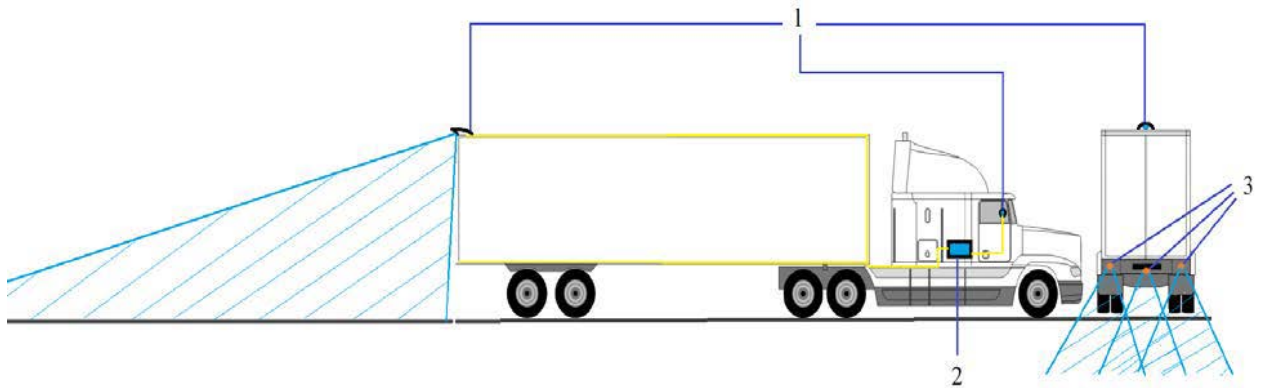


Рисунок 3.11 – Вид збоку та позаду удосконаленого автопоїзда

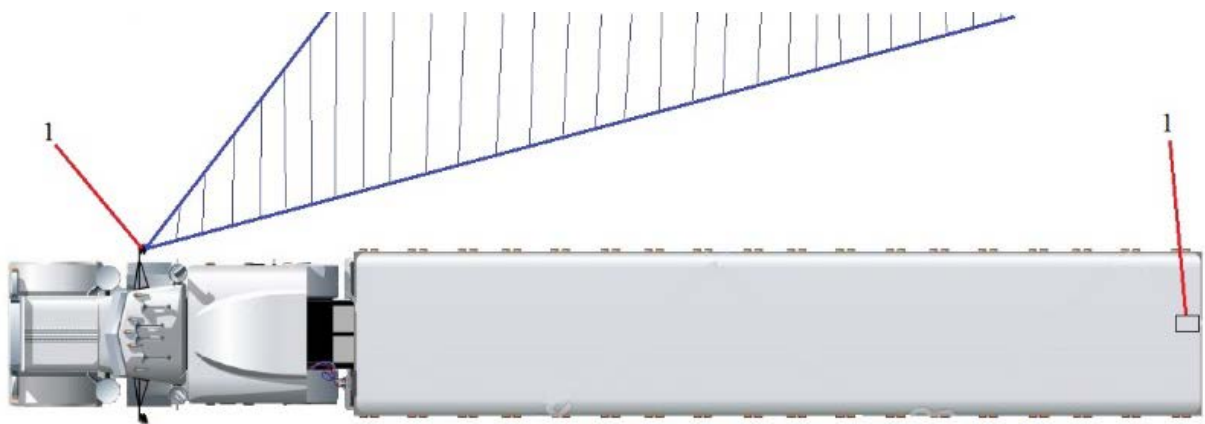


Рисунок 3.12 – Вид зверху удосконаленого автопоїзда.

Тепер залишається лише розробити алгоритм роботи пристроїв.

3.3 Алгоритм роботи пристроїв

Алгоритм роботи пристроїв дозволяє налаштувати пристрої на увімкнення та вимкнення для різних дорожніх умовах з метою покращення оглядовості в умовах обмежених ресурсів. В даному випадку мова йде про монітор. Оскільки автопоїзд має один монітор, а камер встановлено дві, нам потрібно

розробити алгоритм роботи, щоб у певний момент часу виводилася на монітор та чи інша ситуація.

Монохромна камера заднього виду знадобиться водію під час руху заднім ходом. Значить, вона включатиметься і виводитиметься на монітор при цьому русі. Також необхідно в цей час увімкнути датчики парктроніків. І вмикати обидва пристрої під час руху вперед.

Камеру, розташовану на правому боковому дзеркалі, необхідно вмикати і виводити на монітор під час повороту праворуч. Тобто, вона включатиметься у випадку спрацьовування правих поворотників. Використовуючи ці дані, можна скласти алгоритм роботи пристроїв.

Орієнтовний алгоритм роботи пристроїв представлений на рис. 3.13.

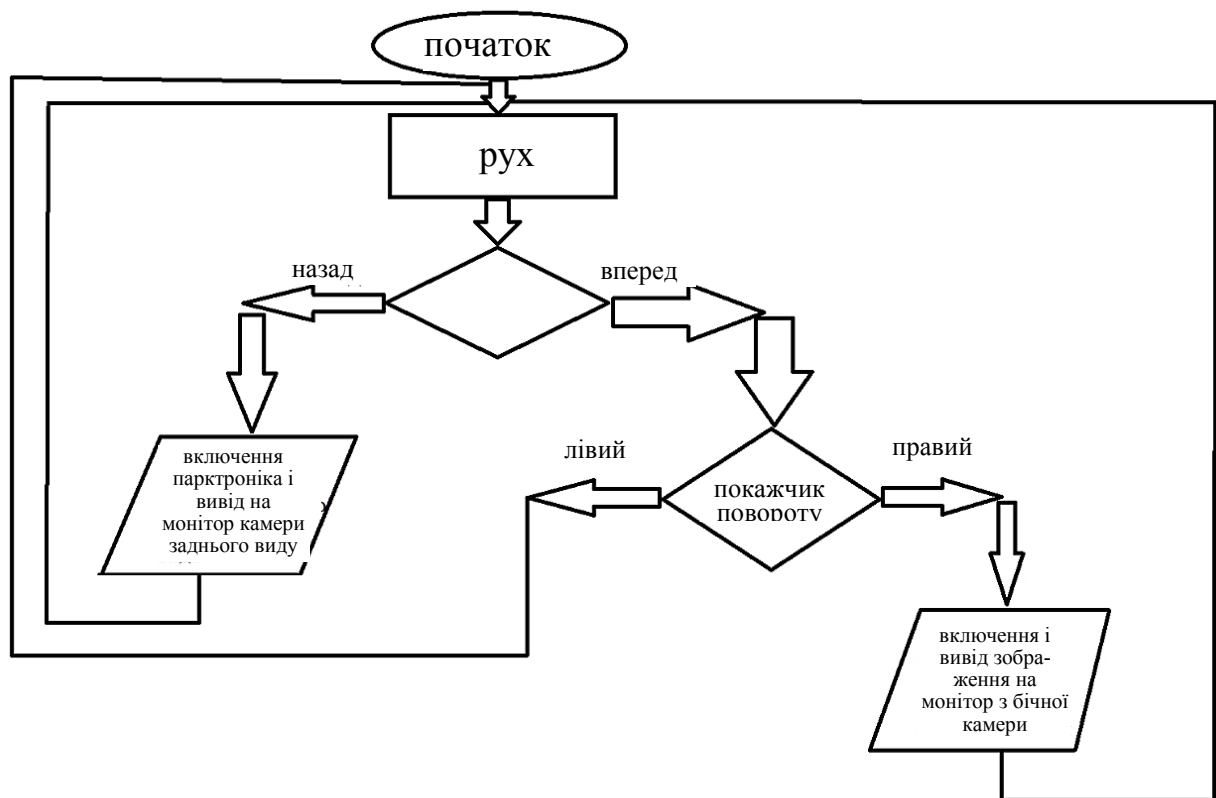


Рисунок 3.13 – Алгоритм роботи пристроїв спостереження автопоїзда

3.4 Висновки до розділу

Для забезпечення безпеки руху заднім ходом автопоїзд слід обладнати двома камерами (позаду і на бічному дзеркалі), парктроніками і мікроконтролером.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок економічного ефекту від підвищення безпеки руху автомобілем заднім ходом можна провести, враховуючи наступні фактори:

1. Зменшення ризику нанесення шкоди іншим автомобілям та об'єктам інфраструктури під час руху заднім ходом. При цьому потенційні витрати на лікування травмованих учасників ДТП, ремонт автомобілів та інші, пов'язані витрати будуть значно менші.

2. Зменшення часу на виконання маневрів під час паркування і руху заднім ходом. Це може привести до зменшення простою автомобіля, покращення ефективності роботи водіїв завдяки швидшій доставці та скорочення витрат на паливо.

3. Збільшення терміну служби деталей та механізмів автомобіля, пов'язаних з рухом заднім ходом, завдяки зниженню ризику їх пошкодження.

4.1 Методика визначення економічних показників автопоїзда

Зведені затрати Π на одиницю напрацювання визначаються:

$$\Pi = I + K \cdot E, \quad (4.1)$$

де I, K – прямі експлуатаційні затрати і капітальні вкладення на одиницю напрацювання, грн./т·км;

E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

$$I = Z + \Gamma + P + A + Z_3, \quad (4.2)$$

де у праву частину рівняння входять затрати (грн./т·км) відповідно на:

Z – оплату праці обслуговуючого персоналу;

Γ – паливно-мастильні матеріали;

P – технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт;

A – реновацію;

Z_3 – зберігання.

Затрати на оплату праці (грн./т·км) водія становлять:

$$Z = \frac{L_b \tau_b k_d}{W_{3M}}, \quad (4.3)$$

де W_{3M} – продуктивність автомобіля за годину змінного часу, т·км/год;

L_b – чисельність виробничого персоналу, чол;

τ_b – годинна тарифна ставка оплати праці виробничого персоналу, грн./люд.-год;

k_d – коефіцієнт, що враховує доплати за класність та стаж роботи, кваліфікацію.

Затрати на паливно-мастильні матеріали (грн./т·км) визначаються

$$G = qC, \quad (4.4)$$

де q – витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/т·км;

C – комплексна ціна 1 кг даних матеріалів, грн./кг.

Затрати на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт (грн./ткм) за нормативами відрахувань

$$P = \frac{B(r_T + r_K)}{W_{3M} T_p}, \quad (4.5)$$

де B – балансова вартість автомобіля, грн.;

r_m, r_k – коефіцієнти відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, капітальний ремонт;

T_p – річне завантаження автомобіля, год.

Затрати на реновацію (грн./т·км) визначаються за формулою:

$$A = \frac{B a}{W_{3M} T_p}, \quad (4.6)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на реновацію.

Затрати на зберігання (грн./т·км) визначаються наступним чином

$$Z_3 = 0,065 \cdot P. \quad (4.7)$$

Капітальні вкладення K на т·км становлять:

$$K = \frac{B}{W_{3M} T_p}. \quad (4.8)$$

Затрати праці Z_n (люд.-год/т·км) становлять

$$Z_n = \frac{L_B}{W_{3M}}. \quad (4.9)$$

Річне напрацювання трактора (год) визначається

$$B_3 = W_{3M} T_p. \quad (4.10)$$

Річний економічний ефект (грн.) від експлуатації удосконаленого автомобіля

$$E_p = (P_{\sigma} - P_3) B_3, \quad (4.11)$$

де P_{σ} , P_n – зведені затрати для зразків транспортних засобів, грн./т·км.

Річна економія праці Z_p (люд.-год) визначається:

$$Z_p = (Z_{n\sigma} - Z_{nn}) B_3, \quad (4.12)$$

де $Z_{n\sigma}$, Z_{nn} – затрати праці для базового і нового автомобілів, люд.-год/т·км.

Ступінь зміни затрат C (%) становить:

$$C = \frac{(Z_{p\sigma} - Z_{pn}) \cdot 100}{Z_{p\sigma}}, \quad (4.13)$$

де $Z_{p\sigma}$, Z_{pn} – річні затрати (затрати праці, прямі експлуатаційні затрати та зведені затрати, капітальні вкладення) відповідно для базового і розробленого зразків техніки, люд.-год.

4.2 Розрахунок економічної ефективності використання удосконаленого автомобіля

На основі експлуатаційних показників роботи базового і удосконаленого автомобілів, нормативно-довідкових матеріалів, цін на технічні засоби і паливно-мастильні матеріали заповнюється таблиця вихідних даних (табл. 4.1), де враховані тільки показники, що впливають на економічну ефективність.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності використання автопоїзда КрАЗ-6443+СЗАП9340

Показники	Позначення	Серійний автомобіль	Удосконалений автомобіль
Продуктивність за годину змінного часу, т·км/год	$W_{зм}$	560,5	560,2
Балансова вартість, тис. грн.	B	2870,0	2915,1
Річна тривалість роботи, год	T_p	2100	2120
Чисельність виробничого персоналу, чол	L_b	1	1
Годинні тарифні ставки персоналу, грн./люд.-год	τ_6	113,6	113,6
Коефіцієнт, що враховує доплати персоналу	k_d	1,1	1,1
Коефіцієнт відрахувань на реновацію	a	0,14	0,14
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт, технічне обслуговування та відновлення шин	r_m	0,16	0,16
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт	r_k	0,06	0,06
Витрата паливно-мастильних матеріалів, кг/т·км	Γ	0,035	0,033
Ціна палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, грн./кг	\mathcal{C}	48	48
Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень	E	0,15	0,15

Показники економічної ефективності від використання на модернізованому автомобілі передпускового підігрівника дано табл. 4.2. Отримані результати розрахунку свідчать про доцільність використання удосконаленого автомобіля. При цьому порівняно із серійним прямі затрати зменшуються на 3,29%, а зведені – на 2,87%.

Таблиця 4.2 – Показники економічної ефективності від використання автопоїзда КрАЗ-6443+СЗАП9340

Показник	Автомобіль	
	серійний	удосконалений
Річне напрацювання, т·км	1176000	1189744
Прямі затрати (грн./т·км) на:		
– оплату праці	0,22	0,22
– паливно-мастильні матеріали	1,68	1,58
– технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, відновлення шин	0,54	0,54
– реновацію	0,34	0,34
– зберігання	0,03	0,04
всього прямих затрат	2,82	2,72
Капітальні вкладення, грн./т·км	2,44	2,45
Зведені затрати, грн./т·км	3,18	3,09
Річний економічний ефект, грн.	–	108723
Затрати праці, люд.-год/т·км	0,002	0,002
Ступінь зміни (%):		
– затрат праці		0,21
– прямих затрат	–	3,29
– зведених затрат	–	2,87
– капіталовкладень	–	-0,4

Річний економічний ефект становить 108723 грн.

4.3 Висновки до розділу

1. Використання удосконаленого автомобіля практично значиме, його річне напрацювання досягає 1189744 т·км, що на 1,2% більше, ніж у серійного.

2. Конструктивна розробка дозволяє перш за все за рахунок зменшення часу нераціонального використання автомобіля збільшити напрацювання та покращити за таких умов паливну економічність.

3. Річний економічний ефект від використання удосконаленого автопоїзда становитиме 108723 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Автомобілебудування стрімко розвивається разом із наукою. Щороку виходять все більш модифіковані моделі автомобілів та пристроїв для допомоги у повсякденному житті. Вже зараз існують автомобілі, яким не потрібна людина для керування рухом. Але навіть у таких автомобілях бувають збої і вже зафіксовані випадки травмування людей. Поки що людині потрібно бути гранично пильною і опиратися на роботу допоміжних пристроїв допомоги руху, особливо заднім ходом.

Запропоновані в роботі заходи щодо підвищення безпеки здатні якщо не позбавити, то різко скоротити травмування пішоходів та аварії під час руху транспортних засобів заднім ходом. Водієві не знадобиться більше рухатися у невідомому напрямку та сподіватися лише на удачу. Придбання та встановлення пристроїв коштує відносно мало. Але навіть такі фактори не сприяють встановленню камер на великогабаритних автомобілях. Тому, очевидно, що кількість летальних випадків під час руху заднім ходом залишатиметься незмінною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беленька І. Б. Засоби та системи паркування автомобілів: монографія. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 184 с.
2. Богомолова О. А., Шелест В. В., Кондрашова І. Ю. Автомобільна безпека дорожнього руху: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2018. 222 с.
3. Бодяньський О. В., Кліменко В. С. Сучасні технології паркування автомобілів. Київ: Видавництво ТОВ "МАУП", 2014. 274 с.
4. Борисенко О. О., Стахів Є. М. Дорожня безпека: підручник. Київ: ТОВ «Видавництво «Університетська книга», 2017. 400 с.
5. Васильєва Г. В., Васильєв О. О. Паркувальні системи та їх вплив на безпеку дорожнього руху. Київ: КНЕУ, 2017. 144 с.
6. Герасимов, І. Ю. Паркувальні системи та їх роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху. *Автомобільний транспорт*. 2013. № 31. С. 63-68.
7. Гончаренко Ю. М., Гончаренко О. М., Поскребищенко І. В. Сучасні технології паркування автомобілів. Київ: Техніка, 2019. 345 с.
8. Гуцуляк В. В., Медведєв С. М., Раєвський Л. Л. Безпека дорожнього руху. Основні поняття та принципи. Київ: НТУ "ХПІ", 2018. 287 с.
9. Дем'яненко О. А., Луньов І. В., Мельник В. Ю. Паркувальні системи автомобілів. Керування процесом паркування. Київ: КНЕУ, 2019. 179 с.
10. Дерібан В. О., Ігнатович М. С., Левчук М. І. Безпека дорожнього руху. Аварійність на дорогах. Київ: УкрДПІ, 2018. 236 с.
11. Зінченко А. В., Жабко С. С., Шевченко О. О. Паркування автомобілів у підземних і мультирівневих паркінгах. Київ: ХТЕІ, 2019. 146 с.
12. Ільїн В. О., Лукашук М. В. Системи паркування: теорія та практика. Київ: Видавництво ТОВ "МАУП", 2015. 128 с.
13. Карплюк В. С., Паламарчук І. О. Моделювання системи паркування транспортних засобів. Рівне: РУВГ, 2017. 368 с.

14. Ковальов В. О., Чурилов А. В. Паркування: теорія та практика. Київ: Науково-технічна бібліотека, 2014. 168 с.
15. Колесник О. В., Лисенко О. О. Правила дорожнього руху України: стан і перспективи розвитку. Київ: НАУ, 2018. 268 с.
16. Кондратюк В. С. Безпека дорожнього руху: навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2016. 432 с.
17. Литвин О. Ю., Горобець М. В. Організація паркування та його вплив на безпеку дорожнього руху. *Техніка, енергетика, транспорт Приазов'я*. 2018. № 4(45). С. 79-86.
18. Лобур В. М., Перебийніс О. Г., Турило Є. В. Автономні системи підтримки прийняття рішень для підвищення безпеки дорожнього руху. Київ: АВТОТРАНС, 2020. 421 с.
19. Мартинюк, І. О. Іванов І. В. Розробка методів та засобів забезпечення безпеки паркування автомобілів. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 279 с.
20. Мельник В. В., Стефанишин О. І. Організація дорожнього руху. Львів: НУЛП, 2017. 274 с.
21. Панфілов А. В. Безпека руху на дорогах: нормативно-правове регулювання. Київ: КНЕУ, 2020. 324 с.
22. Петров В. М., Шамро В. І. Дорожня безпека: сучасні виклики та напрямки розвитку. Київ: КНЕУ, 2019. 253 с.
23. Самойлов В. М., Савицький О. О., Сергєєв Ю. В. Безпека дорожнього руху. Київ: Транспорт України, 2017. 354 с.