

7.4 Застосування інформаційних технологій для підвищення безпеки дорожнього руху

На дорогах світу через автомобільні аварії щороку гине близько мільйона осіб і ще близько 50 мільйонів людей одержують травми. Таку статистику в [336] дає Організація економічного співробітництва і розвитку (скор. ОЕСР, англ. Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD). Причому, такий рівень дорожнього травматизму дуже дорого обходиться економіці будь-якої країни, поглинаючи від 1 до 3% ВВП.

В Україні ситуація з аварійністю автотранспортних засобів теж важка. Ще у 2017 році тодішній прем'єр-міністр В. Гройсман оголосив: "За даними Світового банку, збитки економіки через ДТП на дорогах України складають 1,5-2,5% ВВП. Ми втрачаємо 4,5 млрд доларів від транспортних пригод в рік. Питання безпеки дорожнього руху в Україні ніколи раніше, на жаль, не вирішувалися системно" [337].

Дорожньо-транспортний травматизм є основною причиною смертності та інвалідності і особливо вражає людей молодого та працездатного віку. Лікування жертв дорожньо-транспортних пригод накладає великий тягар на службу охорони здоров'я та соціального захисту України.

Але найголовніше – це людські життя і горе безлічі сімей, що оцінити в гривнях або доларах неможливо.

.Стрімке збільшення кількості транспортних засобів і підвищення інтенсивності дорожнього руху призводить до зростання кількості ДТП та їх негативних наслідків і в нашій країні.

"На жаль, в Україні рівень смертності і травматизму в результаті ДТП є одним з найвищих в європейському регіоні. За останні шість років було зареєстровано близько 170 000 ДТП з потерпілими, в яких загинули 26 500 і травмовано 209 000 чоловік ", – зазначив А. Гаврилюк, заступник директора медичного департаменту, начальник Управління медичної допомоги дорослим МОЗ України [338].

"З початку цього року зареєстровані 54 500 ДТП. Це на 12,1% більше, в

порівнянні з минулим роком. Кожна восьма автопригода – з постраждалими: 723 людини загинули, понад 8000 травмовані. Удвічі збільшилася кількість ДТП за участю водіїв громадського транспорту ", – повідомив І. Прохоренко [338], заступник начальника Департаменту превентивної діяльності, начальник Управління безпеки дорожнього руху.

Все вищесказане дозволяє оцінити важливість і глобальність проблеми зниження аварійності на автомобільному транспорті.

Глобальність зазначеної вище проблеми обумовлює і глобальний рівень зусиль щодо її вирішення. Цим займаються і громадські організації, і національні уряди, і найбільші міжнародні структури.

У систему ОЕСР входить Міжнародний транспортний форум, який є глобальною платформою для розробників політики в транспортній сфері.

Україна входить до складу держав-членів цього органу. У 2004 році ОЕСР і Транспортний форум створили Центр транспортних досліджень, фахівці якого разом з фахівцями Світового банку, Всесвітньої організації охорони здоров'я і FIA (Міжнародної автомобільної федерації) в 2008 році за підсумками трирічної спільної роботи випустили доповідь "Прагнення до нуля: високі задачі і системний підхід до безпеки руху "[336].

Дана 300-сторінкова робота є квінтесенцією найцікавіших досліджень, аналізу, рекомендацій і прогнозів для транспортної політики, які варто вивчати окремо, особливо в транспортному вузі. Ми зупинимося на одному найважливішому аспекті цього дослідження.

Зібравши і вивчивши дані про рівні дорожньої безпеки, сучасні стратегії останньої, про витрати, пов'язані з дорожньою аварійністю і витрати на підвищення дорожньої безпеки, експерти зробили висновок [336], що рівень безпеки дорожнього руху можна підвищити в короткостроковій перспективі за рахунок впровадження арсеналу наступних заходів:

1. Примусове дотримання існуючих обмежень швидкості;
2. Скорочення водіння в нетверезому вигляді;
3. Використання ременів безпеки;

4. Більш безпечні дороги і узбіччя;
5. Підвищення безпеки транспортних засобів;
6. Зниження ризиків для водіїв-початківців.

У доповіді ці питання розглянуті дуже докладно, чого не дозволяє обсяг даної роботи.

Ключовою проблемою експерти Форуму вважають дотримання швидкісного режиму на автодорогах: "Швидкість є центральним фактором проблем з дорожньою безпекою. Вона впливає і на ризик попасти в ДТП, і на наслідки аварії".

Кореляція аварійності і швидкості транспортних засобів (рис. 1) досліджена в [336].

Судячи з цієї моделі, зниження середньої швидкості на 10% веде до зменшення числа ДТП зі смертельними наслідками майже на 40%, що підтверджується дослідженнями багатьох незалежних експертів, посилення на роботи яких наведені в [336].

Згідно з висновками доповіді ОЕСР з питань управління швидкісним режимом, ефективна програма управління швидкістю дорожнього руху повинна, серед іншого, включати удосконалення конструкції автомобілів, в тому числі застосування інформаційних технологій.

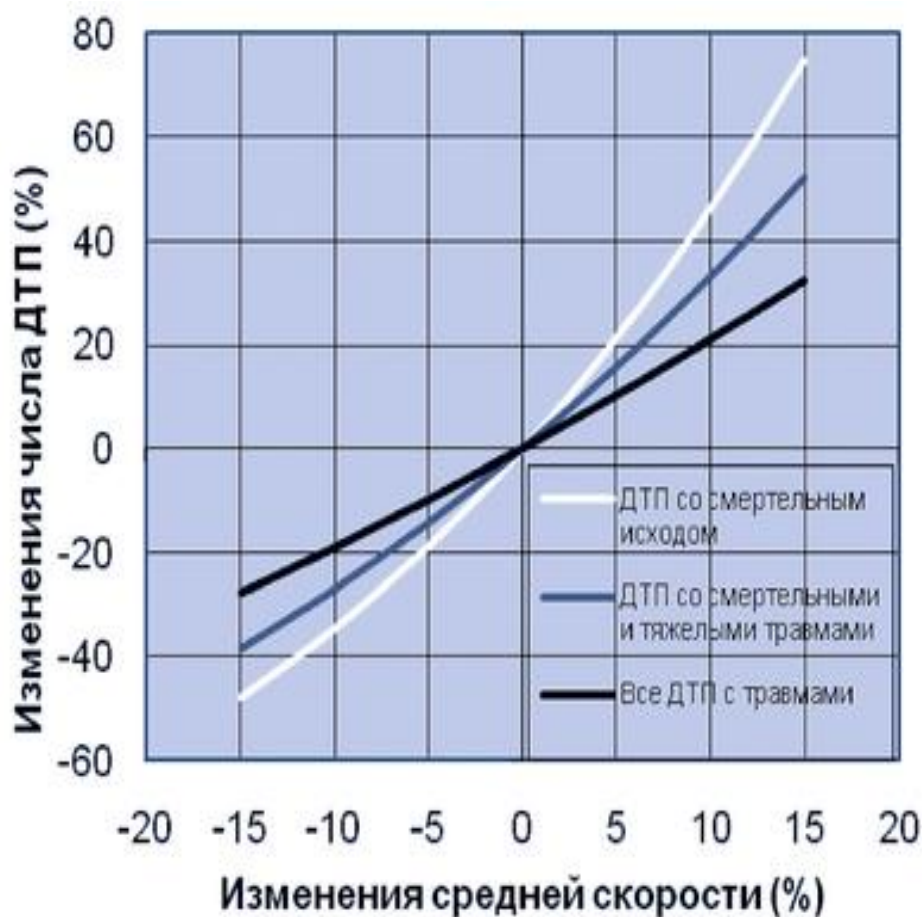


Рисунок 1. Кореляція аварійності і швидкості транспортних засобів

"З огляду на величезний позитивний потенціал нових технологій, всіляко рекомендується їх широке впровадження", такий цікавий для нас висновок роблять експерти [336]. У цій області вони радять наступне:

1. Всі нові автомобілі повинні бути обладнані обмежувачами швидкості з ручним регулюванням, а також, коли це стане можливим, добровільно встановленими інтелектуальними системи адаптації швидкості (ISA);

2. Для забезпечення отримання результатів від застосування технологій ISA державі необхідно з приватними партнерами створити цифрові бази даних про обмеження швидкості, які зможуть генерувати електронні карти, і поширювати їх для попередження водіїв про перевищення допустимої швидкості;

3, Необхідно зробити установку систем ISA обов'язковою за законом.

Система інтелектуальної адаптації швидкості ISA повинна бути

встановлена в транспортному засобі (ТЗ) для дотримання ТЗ встановленого ліміту швидкості за рахунок зчитування обмежень швидкості по маршруту.

Таким чином, експерти Міжнародного транспортного форуму вважають основним шляхом зниження аварійності та смертності на автодорогах зниження швидкості транспортних засобів, в тому числі і примусове.

Розвиваючи і реалізуючи рекомендації Доповіді [336] Європейська комісія з безпеки на транспорті (ETSC) планує з 2020 року зобов'язати автовиробників оснащувати всі автомобілі пристроєм, що автоматично примусово обмежує швидкість (ТЗ) відповідно до дорожніх знаків [339].

Цей пристрій використовує відеокамеру, яка розпізнає знаки обмеження швидкості, а також навігаційні дані, в яких прописаний швидкісний режим на різних дорогах. Про місце розташування автомобіля пристрій обмеження швидкості (ПОШ) дізнається за допомогою глобальної системи позиціонування (GPS). Пристрій буде зіставляти ці дані і не дозволить автомобілю рухатися швидше, ніж значення дозволеної швидкості.

Представляючи майбутні плани Єврокомісії перед Європарламентом у Страсбурзі, Комісар з питань транспорту Віолетта Бульк назвала інтелектуальну допомогу в дотриманні швидкості (Intelligent Speed Assistance – ISA) революційною технологією. Вона також сказала, що коли запропоновані заходи безпеки будуть введені в дію, то «ЄС стане лідером з безпеки на дорогах» [340].

Очевидно, що ЄС виконує рекомендації Міжнародного транспортного форуму щодо зниження аварійності на автодорогах за рахунок, в тому числі, введення примусового зниження швидкості автомобілів відповідно до наявних обмежень. Однак, до конкретної реалізації даного плану фахівці дорожньої і автомобільної промисловості ще не приступили (за деяким винятком). Крім того, наскільки нам відомо, автодороги нашої країни поки не планується оцифровувати з точки зору обмежень швидкості, а це є необхідною умовою введення в дію системи ISA.

Прямою реалізацією рекомендацій Доповіді [336] є Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ), до якого

приєдналася і Україна. У відповідності зі строгими технічними вимогами цих Правил [341] автотransпортний засіб, який здійснює транспортування небезпечних і вибухопожежонебезпечних вантажів, в обов'язковому порядку оснащується спеціальною системою – "Пристроєм Обмеження Швидкості". У правилах ЄЕК ООН №89 пункт 2.6 підпункт 1 говорить: "Пристрій Обмеження Швидкості маєтись на увазі механізм, який тим чи іншим способом зменшує (обмежує) кількість подаваного у двигун палива. Це призводить до обмеження швидкості руху транспортного засобу до заданої регламентованої величини."

Автомобілі, що перевозять небезпечні вантажі і на які поширюються ці вимоги щодо присутності пристрої обмеження швидкості автомобіля, – це вантажні автомобілі (транспортні засоби на жорсткій рамі, а також тягачі для напівпричепів) мають максимальну масу понад три з половиною тони.

Згідно з позицією 9.2.5 ДОПНВ пристрій ПОШ має бути налагоджений так, щоб швидкість автомобіля не перевищувала 90 км/год з урахуванням регламентних допусків на пристрій, в межах 5 км/год у бік збільшення або зменшення.

Слід врахувати ще один момент. Сучасні автомобілі (легкові і вантажівки) найчастіше оснащуються заводським пристроєм, вбудованим в систему управління роботою двигуна, яке обмежує максимально можливу швидкість. Але це не те, що вимагають правила з перевезення небезпечних вантажів. ПОШ це повинна бути окрема незалежна механіко-електрична система, яка механічним способом перекидає подачу палива до необхідної межі.

Принцип дії ПОШ заснований [337] на спрацьовуванні електромагнітного клапана на магістралі подачі палива, що обмежує подальший набір швидкості транспортним засобом. МБУ (мікропроцесорний блок управління) отримує відповідні сигнали від спідометра або, в залежності від автомобіля, від датчика швидкості на коробці передач. При досягненні гранично заданій швидкості МБУ передає сигнал на електромагнітний клапан управління подачею палива. При отриманні сигналу клапан закривається, подача палива тим самим обмежується. Клапан налаштований саме на той обсяг подачі пального, який необхідний для

досягнення заданої швидкості конкретним транспортним засобом.

Застосування пристрою обмеження швидкості на вантажному автотранспорті, що перевозить небезпечні вантажі також є прямою реалізацією рекомендацій, що містяться в Доповіді [336], але для досить вузької категорії автомобілів. Звичайно, можна такими пристроями обладнати всі автомобілі, в тому числі, і легкові. Без сумніву, це дало б значне зниження аварійності та смертності на автодорогах. Так що можна рекомендувати державі рухатися і в цьому напрямку. Але у ПОШ є серйозний недолік виставляти граничне значення швидкості в пристрої необхідно або самому власнику, або водієві автомобіля, або якійсь уповноваженій особі. А це завжди залишає можливість або для помилки, або для свідомого порушення. Крім цього, виникає складність при зміні значень допустимої швидкості, наприклад, при в'їзді автомобіля з автотраси в міську межу.

Виробники та дилери звичайного автомобільного транспорту навряд чи дадуть дозвіл на втручання в автомобіль без того, щоб припинила діяти гарантія, що робить практично неможливим використання такої технології в звичайних автомобілях.

У сучасних автомобілях вже досить тривалий час застосовують системи управління безперервним впорскуванням бензину або системи розподіленого типу, коли паливо подається через окрему для кожного циліндра форсунку (інжектор). З розвитком і мініатюризацією мікропроцесорної техніки стало можливим управляти процесом подачі палива на форсунки по досить складним алгоритмам відповідно до сигналів численних датчиків (витрати повітря, положення колінвала, температури відхідних газів та інших). Ці алгоритми враховують всі можливі вимоги і обмеження на роботу двигуна автомобіля в різних режимах і реалізуються блоками управління двигуном або бортовими комп'ютерами. На рис. 2 наведено варіант такої системи, розроблений фірмою "Bosch" [343].

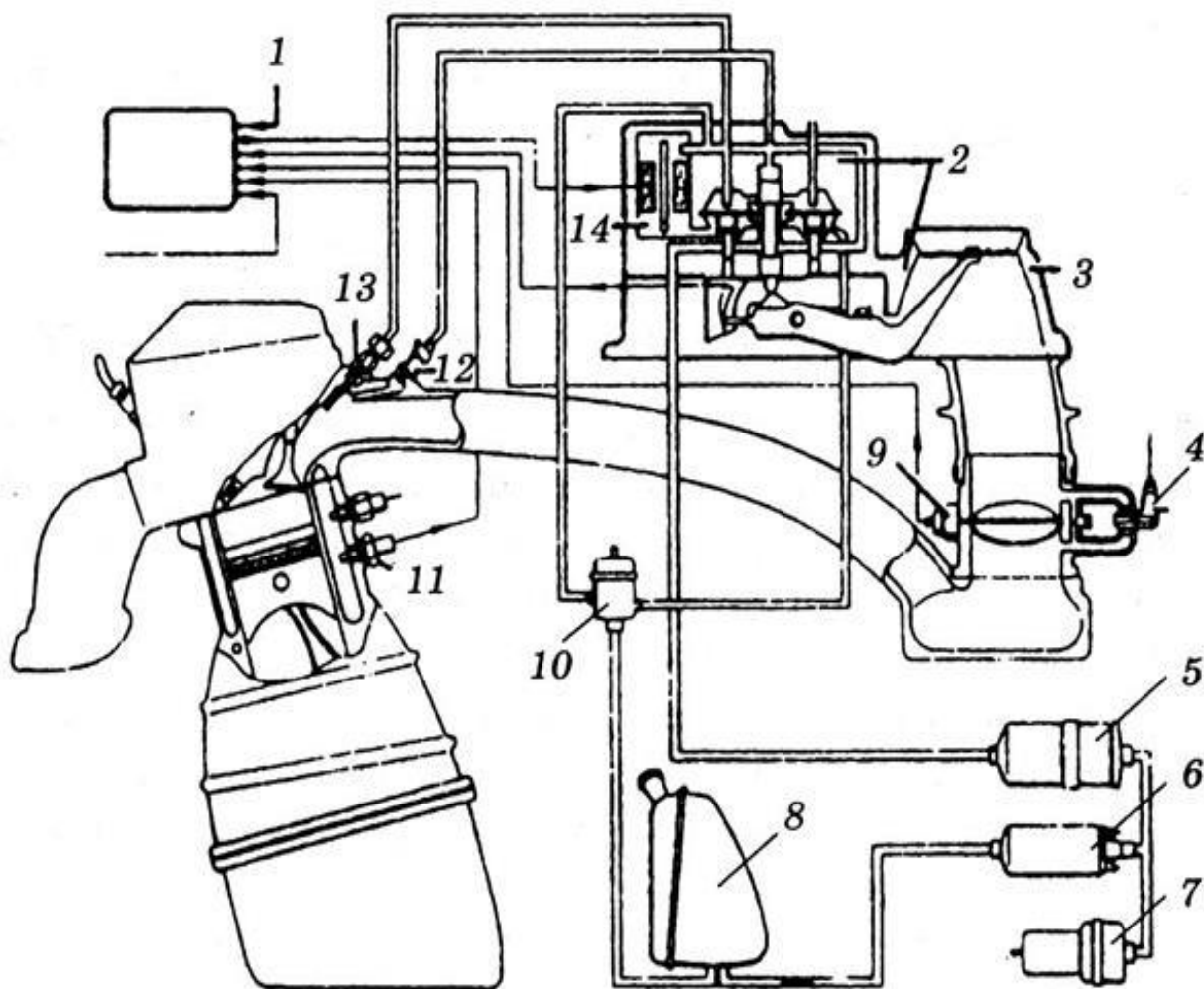


Рисунок 2. Функціональна схема системи управління подачею палива в двигун автомобіля фірми "Bosch": 1 - електронний блок управління; 2 - дозатор-розподільник палива; 3 - витратомір повітря; 4 - клапан додаткової подачі повітря; 5 - паливний фільтр; 6 - паливний насос; 7 - накопичувач палива; 8 - паливний бак; 9 - вимикач положення дросельної заслінки; 10 - регулятор тиску палива в системі; 11 - датчик температури охолоджуючої рідини; 12 - пускова форсунка; 13 - робоча форсунка 14 - електрогідравлічний регулятор керованого тиску

Система функціонує в такий спосіб: датчик витрати повітря вимірює миттєву витрату повітря і своїм важелем керує плунжером дозатора-розподільника палива, який, в свою чергу, направляє до форсунок таку кількість палива, яке відповідає вимірюваній витраті повітря. При постійному тиску у

верхній частині дозатора-розподільника тиск в нижній його частині регулюється електрогідравлічним регулятором тиску, який управляється контролером.

При постійному тиску у верхній частині дозатора-розподільника тиск в нижній його частині регулюється електрогідравлічним регулятором тиску 14, який управляється контролером 1.

До контролера також надходять сигнали від датчика температури охолоджуючої рідини 11, потенціометра і вимикача дросельної заслінки і від котушки запалювання про частоту обертання колінчастого валу.

За цими сигналами контролер ідентифікує роботу двигуна і змінює силу і напрямок струму, який проходить через обмотку електромагніту електрогідравлічного регулятора, і, переміщаючи золотник, змінює перетин прохідного отвору, який з'єднує верхню і нижню камери дозатора-розподільника палива. Якщо золотник повністю відкриє отвір, тиск у верхній і нижній камерах стане однаковим, мембрана притулиться до сидла розподільного клапана і подача палива припиниться.

Датчик температури охолоджуючої рідини надає контролеру інформацію про тепловий стан двигуна, по якій коригується кількість і якість горючої суміші під час пуску холодного двигуна, в ході його прогрівання, в режимі прискорення і т. п. При цьому подається додаткова порція повітря через регулятор 4 і додаткова кількість палива через пускову форсунку 12.

Дана система (як і інші подібні системи управління двигунами) дозволяє при роботі за певним алгоритмом або в разі необхідності зменшити або припинити подачу палива на форсунки і таким чином зменшити швидкість або повністю зупинити автомобіль. Але вона не розрахована на автоматичний вплив на величину швидкості автомобіля, а тим більше на постійне обмеження швидкості відповідно до правил дорожнього руху.

Таким чином, проведений аналіз показав, що в даний час не вирішена задача обмеження швидкості транспортного засобу з тим, щоб вона не перевищувала значення швидкості, допустимого на даній ділянці даної автодороги. А саме це, на думку експертів Транспортного форуму [336], багато в чому є запорукою

зниження аварійності на автодорогах. Хоча передумови для виконання такого завдання, як показав проведений аналіз, є. Це і системи управління роботою автомобільного двигуна з мікропроцесорної регулюванням подачі палива на форсунки двигуна, і стрімкий розвиток мікропроцесорних та інформаційних технологій, і інші досягнення науки і техніки.

Виходячи з проведеного аналізу, нами була сформульована мета дослідження, яка полягає в створенні способу і пристрою для дистанційного примусового обмеження швидкості автомобілів на дорогах в межах міста і поза нею відповідно до прийнятого в даному місці обмеженням швидкості.

Для того, щоб реалізувати запропонований спосіб дистанційного примусового обмеження швидкості автомобіля (ДПОШ), необхідно вирішити ряд завдань:

1. Розробити функціональну схему пристрою для ДПОШ;
2. Розробити принципову схему пристрою;
3. Зібрати і випробувати натурний зразок пристрою в лабораторних умовах для експериментального підтвердження справедливості запропонованого способу ДПОШ;
4. Випробувати пристрій на автомобілі на еталонному сигналі;
5. Вирішити питання про можливість використання для передачі обмежує сигналу на несучих частотах мобільних операторів;
6. Дослідити можливість застосування існуючого або створення спеціального GSM-передавача для передачі обмежувального сигналу;
7. У разі використання спеціального GSM-передавача або передавача іншого типу розробити схему покриття цими передавачами всіх автодоріг України.

Кожне з цих завдань само по собі є окремою серйозною дослідницькою роботою. Поставлені завдання автор бачить досить широкими, особливо, в частині реалізації в реальних транспортних системах (на вулицях і автодорогах оточуючих нас місцевостей). Це і частота випромінюючих контрольний сигнал передавачів, і алгоритми управління подачею палива в двигун, неушкодження автомобіля і безпека водія, пасажирів і вантажу транспортного засобу, і передача обмежувального сигналу, і багато іншого.

Тому метою цієї роботи є формулювання концепції з підвищення безпеки на автошляхах України в частині приведення швидкостей транспортних засобів до гранично допустимих для даних автодоріг значень (концепція викладена і обґрунтована вище), а також розробка функціональної схеми пристрою ДПОШ.

Спосіб підвищення безпеки дорожнього руху за допомогою дистанційного примусового обмеження швидкості автомобілів на дорогах в межах міста і поза ними відповідно до прийнятого в даному місці обмеження швидкості полягає в постійній передачі по мережах мобільного або будь-якого іншого зв'язку сигналу, що несе інформацію про обмеження швидкості в конкретному місці на конкретній автодорозі. Цей сигнал після прийому обробляється в мікропроцесорній системі управління подачею палива в двигун автомобіля за певним алгоритмом з метою підтримки швидкості руху автомобіля, що не перевищує значення обмеження.

Причому водій транспортного засобу не міг би навіть при бажанні обійти таке обмеження. Наприклад, в межах міста 50 км / год, а на автотрасах 90 км / год.

Формальні і технічні передумови для реалізації запропонованого способу підвищення безпеки на автошляхах України наступні:

1. Величезний моральний і матеріальний збиток від аварійності на автошляхах і прагнення до його мінімізації у влади, експертного співтовариства і громадянського суспільства;
2. Розвиток мікропроцесорної техніки і мехатроніки на транспорті;
3. Тотальне покриття мережею GSM-телефонії автодоріг України;
4. Розвиток мобільної телефонії, в тому числі 4G і 5G технологій.

Функціональні схеми пристрою ДПОШ розроблені для основних типів систем управління двигуном в сучасних автомобілях (з мікропроцесорним управлінням), що відрізняються деякими деталями. Це відмінності в способі регулювання подачі палива на магнітоелектричні форсунки, в типах пристроїв, що управляють, що розрізняються по швидкодії і обсягом оперативної і постійної пам'яті, що тягне різний підхід до алгоритмізації процесів керування автомобілем, і т. п.

На рис. 3 приведена узагальнена функціональна схема пристрою ДПОШ, що

є, на нашу думку, універсальною для всіх типів сучасних автомобілів.

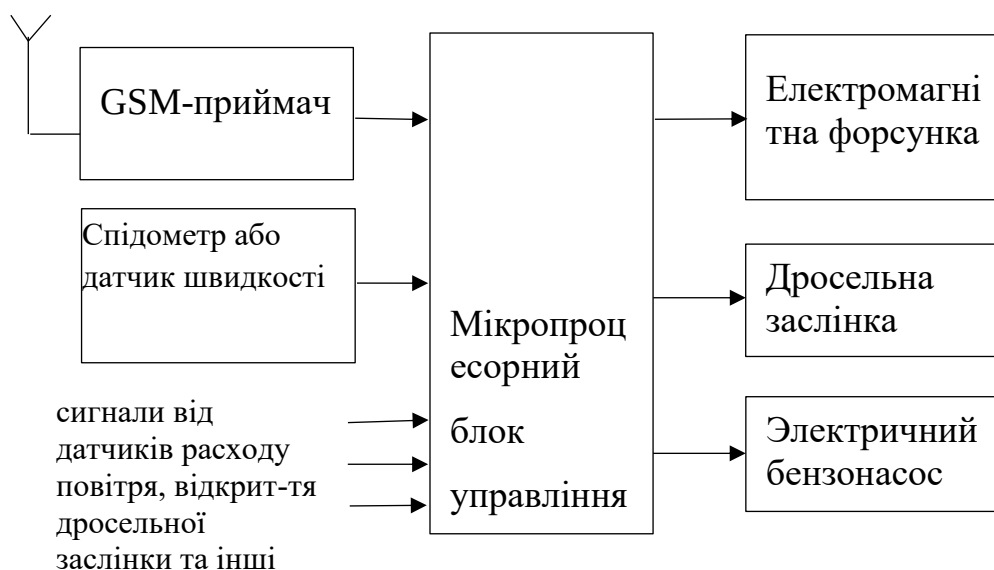


Рисунок 3. Функціональна схема пристрою для дистанційного примусового обмежування швидкості автомобіля

Спосіб дистанційного примусового обмеження швидкості автомобіля працює наступним чином [344]. GSM-приймач (можливо, інший радіоприймальний пристрій) постійно отримує сигнал, який несе значення швидкості, допустиме на даній автодорозі. В мікропроцесорному блоці управління (МБУ), це значення порівнюється з сигналом від цифрового спідометра або датчика швидкості, що є поточним значенням швидкості автомобіля. Неузгодженість цих двох сигналів або перевищення швидкості автомобіля над допустимим значенням швидкості на даній дорозі служить підставою для перерахунку (зниження) по запрограмованому алгоритму блоком МБУ кількості палива, необхідного для подачі на форсунку, а також для зменшення тривалості відкриття форсунок. Зниження подачі палива в циліндри двигуна призводить до зниження швидкості автомобіля до прийнятних значень.

Описаний процес примусового обмеження швидкості автомобіля є досить складним, адже необхідно не просто знизити швидкість транспортного засобу, але зробити це без шкоди для безпеки руху, для економічності їздового циклу та

інших показників. Буде потрібен облік мікропроцесорним блоком управління всієї інформації, що надходить від різних датчиків і формування з урахуванням цієї інформації керуючого впливу на електромагнітні форсунки. А це, в свою чергу, спричинить деякі зміни алгоритмів і програм, закладених в МБУ.

Таким чином, запропоновано та розроблено спосіб зниження аварійності на автодорогах в частині, що залежить від швидкісного режиму руху транспортних засобів. Спосіб та пристрій, що його реалізує, дистанційно та примусово обмежують швидкість транспортних засобів в залежності від значення допустимої швидкості на даній ділянці шляху.

При створенні способу дистанційного примусового обмеження швидкості автомобіля проведено аналіз існуючих засобів та пристроїв для примусового обмеження швидкості, який показав відсутність на даний момент дистанційних рішень цієї проблеми.

Дистанційність здійснюється за рахунок прийому на кожному автомобілі сигналу, що несе значення допустимої швидкості руху на даній ділянці. Такий сигнал передається або станціями мобільних операторів. Штатні мікропроцесорні блоки управління на кожному автомобілі порівнюють величину обмежувального сигналу з поточним значенням швидкості, і, якщо остання перевищує граничне значення, знижують подачу палива в циліндри двигуна.

Нами розроблені функціональні схеми пристроїв для реалізації запропонованого способу на основних типах систем управління двигуном в сучасних автомобілях. Як приклад наведена узагальнена універсальна функціональна схема пристрою для дистанційного примусового обмеження швидкості автомобіля.

Продовженням цього дослідження повинно стати виготовлення експериментального пристрою ДПОШ і його натурні випробування з імітацією обмежувального сигналу від базових станцій мобільного зв'язку. В подальшому потрібно буде провести випробування функціонування пристрою при взаємодії з сигналом, що буде випромінюватися справжніми станціями. Для цього потрібна буде взаємодія з керівництвом оператора мобільного зв'язку щодо

виділення невеликого ресурсу мережі для проведення випробувань пристрою. В подальшому виділення частоти для передавання обмежувального сигналу потрібно буде вирішувати на обласному чи державному рівні, тому що це дозволить запропонувати нашому суспільству і державі спосіб радикального підвищення безпеки дорожнього руху (звичайно, разом з іншими заходами в цьому напрямку), що дозволить уникнути величезних людських жертв і матеріальних збитків .