

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОШЛЯХАХ

Симбірський Г. Д.¹, Кушнір Е. Д.¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Запропоновано використання інформаційних технологій для зниження аварійності на автошляхах в частині, що пов'язана з керуванням транспортними засобами (ТЗ) в нетверезому стані. Розроблений спосіб унеможливлення керування ТЗ нетверезими водіями на основі мікропроцесорної техніки. Розроблено функціональну схему пристрою на основі мікропроцесорної платформи Arduino для антиалкогольного блокування ТЗ. Докладно описаний такий пристрій, що сконструйований, зібраний, запрограмований спеціально розробленою програмою та експериментально перевірений.

Ключові слова: платформа Arduino, інформаційні технології, зниження аварійності на автошляхах, мікропроцесорні системи, програмування мікропроцесорів.

Вступ

На дорогах світу через автомобільні аварії щороку гине близько мільйона осіб і ще близько 50 мільйонів людей одержують травми. Такий рівень дорожнього травматизму дорого обходиться економіці будь-якої країни, поглинаючи від 1 до 3 % ВВП [1].

В Україні ситуація з аварійністю автотранспортних засобів не краще. У 2017 році 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." [2].

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

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

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

В роботі [3] ми докладно аналізували дослідження [1] Міжнародного транспортного форуму, який є глобальною платформою для розробників політики в транспортній сфері.

Зібравши і вивчивши дані з сотні країн про рівні дорожньої безпеки, сучасні стратегії останньої, про витрати, пов'язані з дорожньою аварійністю і витрати на підвищення дорожньої безпеки, експерти [1] зробили висновок, що рівень безпеки дорожнього руху мо-

жна підвищити в короткостроковій перспективі, вирішивши дві основних проблеми:

1. Примусове дотримання існуючих обмежень швидкості;
2. Скорочення водіння в нетверезому вигляді.

По першій проблемі нами були вже зроблені деякі розробки [3]. В цьому дослідженні пропонується вирішення другої проблеми – унеможливлення керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані.

Аналіз публікацій

Ризик ДТП зростає зі збільшенням вмісту алкоголю в крові водія, і чим вище рівень алкоголю, то тим більше цей ризик. Водіння під впливом алкоголю, що перевищує допустиму норму, є зареєстрованим фактором аварій зі смертельним результатом в більшості країн, причому частка цього фактору у всіх випадках загибелі водіїв може бути як відносно низькою: близько 5% в таких країнах, як Мексика, Болгарія, Чехія, Португалія і Румунія, так і високою: від 30 до 40% в таких країнах, як Канада, Словенія, США, Франція, Ірландія та Нова Зеландія [1]. Близько 25% всіх смертельних випадків на дорогах Європи пов'язані з алкоголем [1].

З метою зниження аварійності, викликаній водінням в нетверезому вигляді, в США і в деяких країнах Європи запроваджена установка антиалкогольного блокування на автомобілях порушників, які вчинили порушення вперше, але в небезпечній ступені, а також всіх порушників-рецидивістів, в поєднанні з курсом

удосконалення навичок водіння і програмою медичного консультування в разі підозри на алкогольну залежність.

Блокування має значний потенціал для скорочення даної проблеми, особливо якщо його встановлювати практично відразу після порушення і якщо установка супроводжується медичними програмами консультування та лікування алкоголізму.

Експерти [1] вважають, що існує потенціал повного усунення водіння в нетверезому вигляді як проблеми для безпеки дорожнього руху, якщо встановити антиалкогольне блокування на всі транспортні засоби, а не тільки на машини порушників-рецидивістів. Однак в більшості країн перш, ніж вводити обов'язкову вимогу щодо встановлення такого блокування на всіх автомобілях, необхідно переконати широкий загал громадськості в її цінності і технічній надійності.

Сумлінного водія транспортного засобу антиалкогольне блокування ніяк не обмежує в його можливостях, а до деяких можливих незручностей він, напевно, поставиться з розумінням. Адже нетверезий водій - це потенційна загроза для будь-якого громадянина України, в тому числі, для членів сім'ї водія сумлінного.

Але при розробці способів антиалкогольного блокування автомобілів і при конструюванні пристроїв для їх реалізації необхідно врахувати всі можливі негативні наслідки даного втручання в конструктив автомобіля.

З іншого боку, конструкція таких пристроїв повинна забезпечити однозначне виявлення нетверезих водіїв і не дозволяти цим водіям керувати транспортним засобом.

Пошук в українському інформаційному просторі по антиалкогольному блокуванню транспортних засобів не дав результатів – не знайдено жодних відомостей на цю тему. Російськомовних статей чи інших документів, де б були запропоновані технічні рішення для скорочення водіння в нетверезому вигляді, теж нами не знайдено. На початку 2000-х у російській Госдумі було винесено до голосування законопроект по впровадженню так званих “алкозамків”, однак, його не було проголосовано, і технічну реалізацію не було розпочато. Ні в Україні, ні в Росії патентний пошук також не дав результатів – не знайдено жодних авторських свідоцтв на цю тему.

Взагалі, як не дивно, цією проблемою (як і проблемою примусового дотримання існуючих обмежень швидкості водіями транспорт-

них засобів) не займаються не тільки в Україні та Росії, але й у багатьох інших країнах світу.

Таким чином, проведений аналіз показав, що в даний час в Україні не вирішена задача унеможливлення керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані. А саме це, на думку експертів Транспортного форуму [1], багато в чому є запорукою зниження аварійності на автодорогах.

Передумовами для виконання такої задачі є, по-перше, бажання суспільства жити в безпечному середовищі, а, по-друге, – стрімкий розвиток мікропроцесорної техніки та інформаційних технологій.

Мета та постановка задачі

Виходячи з проведеного аналізу, нами була сформульована мета дослідження, яка полягає в створенні способу і пристрою для унеможливлення керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані.

Для того, щоб реалізувати запропонований спосіб антиалкогольного блокування на базі сучасних інформаційних технологій, необхідно вирішити ряд завдань:

1. Сформулювати концепцію підвищення безпеки дорожнього руху в Україні в частині унеможливлення керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані;
2. Розробити функціональну схему пристрою для антиалкогольного блокування транспортних засобів;
3. Розробити електричну принципову схему такого пристрою;
4. Зібрати і випробувати натурний зразок блокувального пристрою в лабораторних умовах для експериментального підтвердження працездатності запропонованого способу;
5. Випробувати пристрій на автомобілі на еталонних значеннях вмісту алкоголю у крові водія;
6. Вирішити можливі питання про використання відеокамери в цьому пристрої для ідентифікації водіїв.

Можливо, що в ході вирішення цих задач, постануть й інші проблеми.

Вирішення кожного з цих завдань само по собі є окремою серйозною дослідницькою роботою. Поставлені завдання ми бачимо досить широкими, особливо, в частині реалізації в реальних транспортних засобах. Це і градуїровка чутливого елемента антиалкогольного блокувальника, ідентифікація водія, алгоритм безпечної зупинки автомобіля та припинення

подачі палива в двигун, неушкодження автомобіля і безпека водія, пасажирів та вантажу транспортного засобу.

Тому першочерговим завданням є формулювання концепції з підвищення безпеки на автошляхах України в частині, що обумовлена керуванням транспортними засобами (ТЗ) нетверезими водіями, розробка способу унеможливлення такого керування та конструювання та випробування, що реалізує такий спосіб пристрою.

Розробка концепції боротьби з нетверезими водіями ТЗ

Спосіб підвищення безпеки дорожнього руху за рахунок унеможливлення керування транспортними засобами нетверезими водіями полягає в наступному.

У кабіні ТЗ в безпосередній близькості від водія розташований сенсорний датчик, що розпізнає пари спирту у повітрі.

Відповідний електричний сигнал від датчика надходить на мікропроцесор, який вимірює рівень сигналу від сенсора і, відповідно до програми дій, виконує ті чи інші процедури.

Зміст цих процедур залежить від багатьох факторів. У деяких країнах (а в США навіть в деяких штатах) є закони, які дозволяють застосування пристроїв блокування запалювання в якості альтернативи покаранню для нетверезих водіїв. У США пропонується установка пристроїв блокування запалювання (УБЗ) з різними порогоми установки. Пороги кримінального процесу для вимог установки варіюються від мінімального рівня алкоголю в крові (наприклад, 0,2%) до повторного порушення, причому приблизно в половині штатів потрібна установка при першому порушенні.

У більшості штатів встановлено рівень «нульового допуску» (встановлений або на рівні, відповідному кулінарному алкоголю або помилок вимірювання). В цілому, в США розвинене і докладне законодавство, що відноситься до антиалкогольних УБЗ. Якись положення з нього, можливо, запозичить і Україна, якщо візьме на озброєння концепцію використання антиалкогольних блокуючих пристроїв. Але на сьогодні такі заходи в Україні навіть не обговорюються.

Деякі політики в Швеції, Японії, Канаді, США та інших країнах закликають встановити такі пристрої в якості стандартного обладнання на всі автомобілі, що продаються. Проблеми, які необхідно вирішити, крім

прийняття споживачами і виборцями таких закликів включають складність отримання точних вимірювань і необхідність досягнення високої надійності, щоб не заважати зручності використання транспортного засобу [1].

В Україні справи з аварійністю, обумовлені керуванням транспортними засобами у нетверезому стані, не кращі. За даними Патрульної поліції, за 10 місяців цього року зафіксовано 1,4 тис. ДТП через водіння в стані алкогольного сп'яніння. Це на 25,2% більше, ніж за аналогічний період минулого року. В результаті цих ДТП 1 тис. 360 осіб отримали травми і 78 – загинули. Для порівняння, за весь 2018 рік кількість загинувших в результаті водіння в нетверезому стані становила 87 осіб [4].

Тому, на наш погляд, в Україні законодавчо потрібно вводити антиалкогольні пристрої блокування запалювання (або інших). Всі збільшення сум штрафів за водіння транспортного засобу в стані алкогольного сп'яніння за багато років не принесли жодних результатів. При цьому необхідна роз'яснювальна робота з суспільством щодо всіх сторін використання антиалкогольних УБЗ.

Розробка способу унеможливлення керування ТЗ нетверезими водіями

У попередньому розділі зроблено висновки про необхідність введення в Україні обов'язкового обладнання всіх автомобілів антиалкогольними блокуючими пристроями, що має зробити практично неможливим керування транспортними засобами нетверезими водіями.

В даному розділі пропонується найбільш оптимальний спосіб такого блокування. Завдання не таке просте, адже блокування запалювання, наприклад, під час руху транспортного засобу може призвести до непередбачуваних наслідків не тільки для заблокованого ТЗ, але і для ТЗ, які перебувають під управлінням сумлінних водіїв.

Проаналізувавши декілька можливих варіантів функціонування антиалкогольних пристроїв блокування запалювання, ми зупинилися на наступному способі.

Сенсорний датчик, що діагностує пари спирту, встановлюється в місці, найбільш наближеному до обличчя водія транспортного засобу. Оскільки сучасні датчики парів спирту мають невеликі розміри, то місцем установки може бути і кермо, і приладова панель.

У США пристрої, що містять такі датчики, мають розміри приблизно $100 \times 50 \times$, мають штуцер для видиху і з'єднані з панеллю приладів шлангом довжиною 70-80 см. На наш погляд така конструкція дає можливість для зловживань. Наприклад, передній пасажир може робити видих в антиалкогольний блокуючий пристрій замість водія. Таким чином, для функціонування такого пристрою необхідні додаткові захисні заходи.

У запропонованому нами способі антиалкогольного блокування таку фальсифікацію зробити набагато складніше, тому пари спирту, що видихаються нетверезим водієм повинні неминуче досягти чутливого елемента датчика, вмонтованого, наприклад, в обід керма.

У разі, якщо в повітрі, що видихається водієм, будуть присутні пари спирту, антиалкогольний блокувальний пристрій повинен розімкнути електричні ланцюги запалювання і живлення стартера, внаслідок чого транспортний засіб не зможе рушити з місця.

Щоб виключити інші можливі випадки керування транспортним засобом водіями в стані алкогольного сп'яніння, датчик парів спирту повинен періодично включатися при працюючому двигуні, тобто і під час руху транспортного засобу. Або уявіть ситуацію, коли двигун запускає хтось із знайомих нетверезого водія, а потім передає останньому керування транспортним засобом. Подібні випадки повинні бути враховані і виключені програмним шляхом.

З іншого боку, в програмному забезпеченні блокуючого пристрою повинні бути враховані вимоги до безпеки як блокуємих, так і оточуючих транспортних засобів. При блокуванні не повинно бути, наприклад, різкої зупинки ТЗ під час руху. Автомобіль в цьому випадку повинен плавно знизити швидкість до повної зупинки з включенням звукової і світлової сигналізації.

На рис. 1 показана структурна схема розробленого способу зниження аварійності на автошляхах.

Наведена схема є укрупненою і складається з основних функціональних блоків. У разі отримання від датчика-сенсора сигналу про наявність парів алкоголю у повітрі, що видихає водій, мікропроцесорний блок управління формує сигнал на розмикання для нормально-замкнених контактів реле, які забезпечують електричним живленням стартер, запалювання та електробензонасос транспортного засобу, що не дає завестися двигуну остан-

нього, тим самим запобігаючи нетверезий керування транспортними засобами з непередбачуваними наслідками.

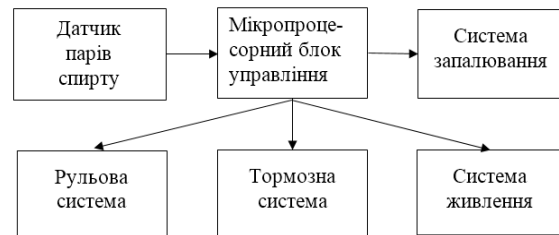


Рис. 1. Структурна схема способу унеможливлення керування транспортними засобами нетверезими водіями

Таким чином, спосіб, що пропонуємо антиалкогольного блокування транспортного засобу полягає в безумовному блокуванні запалювання та запуску двигуна ТЗ по сигналу від датчика парів спирту про наявність парів спирту в повітрі, що видихається водієм, з метою недопущення керування транспортним засобом нетверезим водієм. При цьому будуть потрібні деякі зміни в програмному забезпеченні мікропроцесорного блоку управління транспортного засобу.

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

1. Величезні моральні та матеріальні збитки від аварійності на автошляхах і прагнення до їх мінімізації у влади, експертного співтовариства і громадянського суспільства;
2. Розвиток мікропроцесорної техніки і мехатроніки взагалі та на транспорті окремо;
3. Тотальне покриття мережею GSM-телефонії та інтернету автодоріг України.

Таким чином, запропоновано та розроблено спосіб зниження аварійності на автодорогах в частині, що залежить від керування транспортними засобами водіями у нетверезому стані.

Конструювання пристрою для запобігання керуванню транспортним засобом у нетверезому стані

Метою даного розділу є розробка і конструювання пристрою, що реалізує запропонований в попередньому розділі спосіб зниження аварійності транспортних засобів за рахунок неприпустимості управління ними водіями в стані алкогольного сп'яніння. Йдеться про обов'язкове обладнання такими пристроями всіх автомобілів, що має бути встановлено на законодавчому рівні. Такий пристрій

може бути розроблено для будь-якого транспортного засобу з різним ступенем втручання в обладнання автомобіля. На якому варіанті конструкції зупинитися і якого рівня має бути втручання в конструкцію і в програмне забезпечення автомобіля, будуть вирішувати законодавці.

Очевидно, що знадобляться додаткові дослідження і випробування розроблених пристроїв з метою вибору їх оптимальної конструкції і зведення до мінімуму можливих аварійних ситуацій, пов'язаних із застосуванням таких пристроїв під час руху ТЗ.

Відкритих питань щодо застосування пристроїв для антиалкогольної блокування транспортних засобів достатньо. Це й устаткування такими пристроями вже експлуатованих автомобілів, і алгоритм зупинки рухомого транспортного засобу, в якому в повітрі салону виявлені пари спирту, і багато інших питань. Обсяг цього дослідження не дозволяє зупинитися докладніше на цих питаннях. Це зовсім інший обсяг і засобів на дослідження, на обладнання і часу на їх проведення.

Нами зроблені певні кроки в цьому напрямку. Розпочато розробку програмного забезпечення антиалкогольного блокуючого пристрою для різної глибини впровадження в звичайне заводське ПО. В даному розділі представлена розробка антиалкогольного блокуючого пристрою початкового рівня.

Розроблений пристрій реалізує описаний вище спосіб антиалкогольного блокування транспортного засобу без втручання в програмне забезпечення останнього, тому даний пристрій може встановлюватися і на автомобілі, що вже знаходяться в експлуатації, без втручання в їх конструкцію, а також на автомобілі застарілих конструкцій, які не мають мікропроцесорних блоків управління.

На рис. 2 наведена структурна схема антиалкогольного блокувального пристрою, що реалізує запропонований вище спосіб зниження аварійності на автошляхах.

Пристрій розроблено на основі мікропроцесора і є автономним по відношенню до транспортного засобу, на якому він встановлений.

Працює розроблений пристрій наступним чином. За сигналом від датчика про присутність у повітрі салону ТЗ парів спирту мікропроцесор формує керуючий сигнал для реле з нормально замкнутими контактами, через які проходить живлення електрострумом стартеру. Контакти реле розмикаються, унеможливаючі запуск двигуна транспортного за-

собу. Тим же чином в цілях безпеки унеможливується живлення електрострумом бензонасосу.

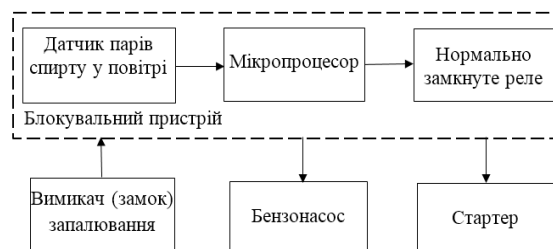


Рис. 2. Структурна схема антиалкогольного блокувального пристрою

Антиалкогольний блокувальний пристрій реалізовано нами на базі платформи мікропроцесорної техніки *Arduino* [5]. Вибір цієї платформи обумовлений її широким розповсюдженням, наявністю у продажу величезної кількості всіяких датчиків, мікропроцесорів, різних супутніх радіоелектронних елементів, порівняно невисокою ціною, наявністю великої бібліотеки програм тощо. Використання мови програмування *C++* дозволяє розробнику пристроїв на платформі *Arduino* самому створювати програмне забезпечення для проектів. Мікропроцесори програмуються за допомогою спеціальної програми.

Крім того, в цій платформі продуманий зручний монтаж радіоелементів без пайки контактів. Цей момент особливо важливий для нас, так як в подальшому планується використовувати дану розробку як основу для лабораторної роботи при вивченні дисципліни "Інформаційні технології в керуванні автотранспортними засобами".

Для розроблюваного пристрою була обрана мікропроцесорна система *Arduino Uno* версії *R3*. Це друкована плата на основі 8-бітного мікроконтролера *ATmega328P* [6] (рис. 3). Таким чином, плата *Arduino Uno* є платою розширення або платою розробника *ATmega328P*.

На платі є ще один допоміжний мікроконтролер *ATmega16U2*. У *Arduino Uno* є 14 цифрових і 6 аналогових входів/виходів, пристосованих для роз'ємного монтажу, кварцовий кристал-резонатор на 16 МГц, вихід *USB*, кнопка перезавантаження, вихід для підключення адаптера живлення (7-12 В) або батарейки на 9 В, роз'єм для програмування контролера. Крім цього, плата має три виходи землі (*GND*), один вихід на 5 В, один – на 3,3 В та *Vin*-пін для підключення зовнішнього джерела живлення або для отримання напруги,

що перевищує 5 В, якщо плата підключена до зовнішнього адаптера живлення (через *USB* з'єднання живлення обмежується 5 В).

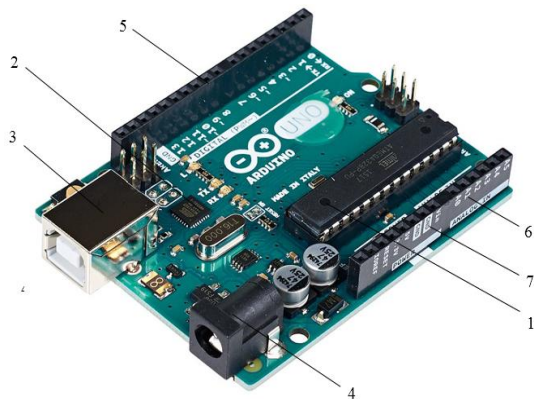


Рис. 3. Мікропроцесорна система *Arduino Uno* версії R3: 1 – мікроконтролер *ATmega328P*; 2 – мікроконтролер *ATmega16U2*; 3 – *USB* порт плати; 4 – роз'єм для живлення; 5 – 14 цифрових виходів; 6 – шість аналогових виходів; 7 – виходи живлення

Мікроконтролер *ATmega328P* для *Arduino Uno* поставляється вже з завантажувачем програм, що дозволяє завантажувати програмний код без використання зовнішнього програматора, а безпосередньо зі звичайного персонального комп'ютера через роз'єм *USB*.

В якості сенсора використаний датчик парів спирту *MQ-3* [7], призначений для реєстрації і вимірювання концентрації парів алкоголю в повітрі (рис. 4).



Рис. 4. Датчик парів спирту *MQ-3*

Для використання в якості переривника електричного кола живлення стартера в антиалкогольному блокувальному пристрої було вибрано реле *HLS-13F-2* [8] (рис. 5), призна-

чене для ланцюгів постійного струму з напругою 12 В і силою струму до 10 А з нормально замкнутими контактами. Ці параметри відповідають тим струмам і напругам, які можливі при експлуатації пристрою в реальних умовах транспортного засобу.

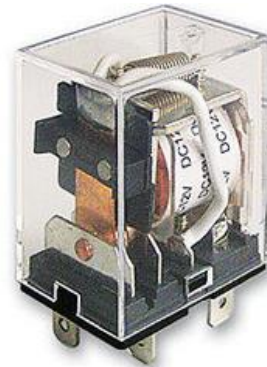


Рис. 5. Реле *HLS-13F-2*

Поєднанням перерахованих вище компонентів відповідно до розробленої електричної схеми (рис. 6) було отримано розроблюваний антиалкогольний блокувальний пристрій для транспортних засобів, на яких відсутній електронний блок управління.

Принцип дії антиалкогольного блокувального пристрою наступний.

Основою пристрою є друкована плата *Arduino Uno* з встановленим мікроконтролером *ATmega328P*. На схемі (рис. 6) зображені тільки ті контакти плати, які задіяні в роботі пристрою. Їх при монтажу пристрою легко визначити по добре помітному маркуванню (рис. 3).

Датчик парів спирту *MQ-3*, розміщений в салоні автомобіля якомога ближче до обличчя водія і отримуючий живлення 5В з контактів *GND* і 5В плати *Arduino Uno*, весь час аналізує склад повітря в салоні. У разі, якщо в повітрі з'явилися пари спирту, датчик *MQ-3* видає сигнал на пін *A0* для мікроконтролера.

За цим сигналом мікроконтролер відповідно до програми, яка в нього введена, формує керуючий імпульс для спрацьовування реле і передає його на цифровий вихід *D10*.

Реле спрацьовує і розмикає ланцюг живлення стартера, унеможливаючи запуск двигуна нетверезим водієм. Разом з ланцюгом живлення стартера може бути розімкнений і ланцюг живлення котушки запалювання.

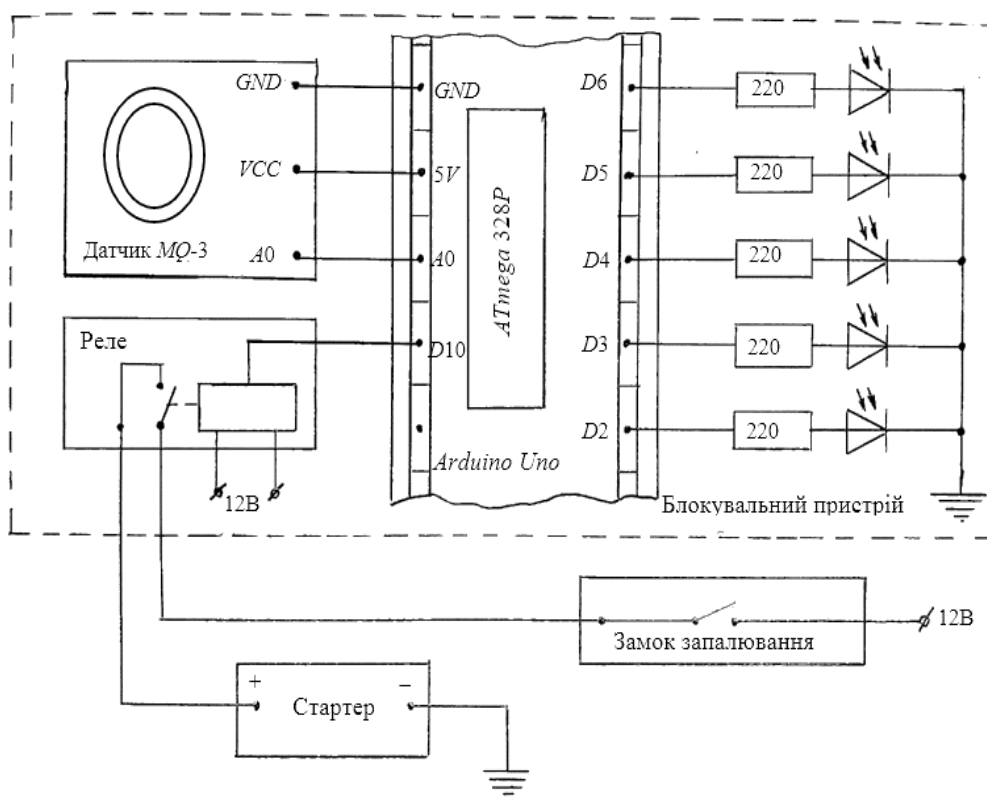


Рис. 6. Електрична схема антиалкогольного блокувального пристрою та схема його монтажу на автомобілі

Програмування антиалкогольного блокувального пристрою

Для того, щоб створений мікропроцесорний антиалкогольний блокуючий пристрій виконував покладене на нього завдання щодо недопущення керування транспортними засобами водіями в нетверезому стані, необхідно розробити алгоритм роботи даного пристрою. Такий алгоритм з одного боку повинен враховувати особливості програмування мікропроцесорних систем *Arduino*, а з іншого боку – особливості програмування бортових комп'ютерів автотранспортних засобів.

Нами був розроблений алгоритм, що забезпечує функціонування антиалкогольного блокувального пристрою. У загальному вигляді для сучасних ТЗ такий алгоритм має значний обсяг, так як виконується взаємодія з бортовим програмним забезпеченням, а також керується вимогами до безпеки водія і пасажирів.

У даній роботі ми зупинилися на розробці алгоритму, що лежить в основі роботи блокувального пристрою, принципова електрична схема якого приведена на рис. 6. Даний блокуючий пристрій має нескладну конструкцію, принцип дії і алгоритм роботи, разом з тим чітко виконує своє призначення – не допускати

до керування автомобілем водія в стані алкогольного сп'яніння.

Мікропроцесорні системи *Arduino* програмуються на мові *C++*. Була розроблена програма, що реалізувала алгоритм роботи схеми (рис. 6) по перериванню заданих електричних ланцюгів.

Для введення розробленої програми в пам'ять мікроконтролера використовувалося програмне середовище *Arduino* в версії 1.8.13, яке містить текстовий редактор, інтерфейс для зв'язку з мікроконтролером і налагоджувач програм для мови *C++*. Крім цього, на монітор (вікно на екрані, що додатково відкривається) можна вивести значення необхідних змінних (в нашому випадку це вміст алкоголю в повітрі поблизу датчика *MQ3*).

Платформа *Arduino* значно спростила процес конструювання, програмування і налагодження мікропроцесорних систем. Розроблена для проектуваного пристрою програма була завантажена в мікроконтролер, підключений до комп'ютера за допомогою звичайного *USB* кабелю. Після виправлення декількох орфографічних помилок мікропроцесорна система запрацювала. Детальніше про експериментальну частину цього дослідження розказано в наступному розділі.

Експериментальна перевірка анти-алкогольного блокувального пристрою

Для експериментальної перевірки антиалкогольного блокувального пристрою він був змонтований у повній відповідності до розробленої електричної схеми (рис. 7).

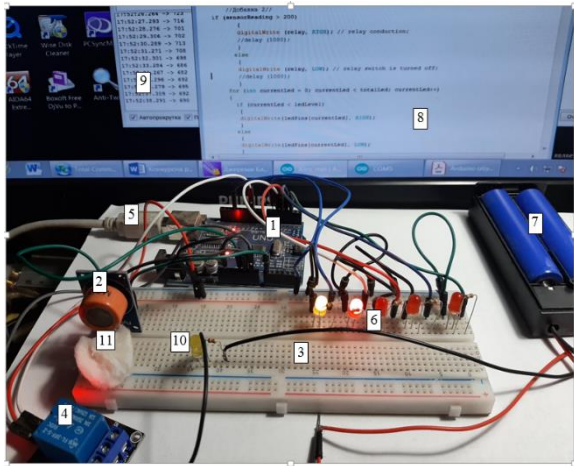


Рис. 7. Експериментальна перевірка пристрою для антиалкогольного блокування ТЗ: 1 – плата *Arduino Uno*; 2 – датчик *MQ3*; 3 – макетна плата; 4 – модуль реле; 5 – *USB* кабель для з'єднання з комп'ютером; 6 – п'ять світлодіодів для індикації величини сигналу *MQ3*; 7 – акумулятори; 8 – вікно програми *Arduino*; 9 – монітор зі значеннями сигналу; 10 – сигнальний світлодіод; 11 – ватка зі спиртом

До плати 1 *Arduino Uno* за допомогою провідників під'єднані світлодіоди 5 та резистори. Кількість запалених світлодіодів вказує на ступінь вмісту алкоголю в повітрі.

Для монтажу використана спеціальна макетна плата для платформи *Arduino 3*, що дозволяє проводити роз'ємний монтаж. Це дуже важливо, тому що на базі платформи *Arduino* нами розробляються лабораторні роботи для дисципліни "Інформаційні технології в керуванні автотранспортними засобами", і всі елементи схеми будуть використовуватися декілька разів.

Під час налагодження програми та пристрою для зручності використовувався модуль реле 2 *Arduino JQC-3FF*. Реле модуля по сигналу мікроконтролера повинно переривати електричний ланцюг живлення світлодіоду від автономного джерела, яке було задіяно для більшої достовірності експерименту.

Експеримент пройшов вдало. Програма 8 була введена у мікроконтролер і налаштована за допомогою програмного середовища *Arduino*. Після запуску програми до датчика

парів спирту було піднесено вату зі спиртом 11. По черзі запаливалися світлодіоди 5, що свідчило про наявність алкоголю у повітрі. Крім того, на екрані комп'ютеру у спеціальному вікні-моніторі 9 постійно відображалися поточні значення вмісту алкоголю у повітрі. Якщо вата зі спиртом віддалялася від датчика, то ці значення зменшувалися майже до нуля, і світлодіоди поступово гаснули.

У розробленій програмі передбачене введення порогового значення вмісту алкоголю у повітрі для включення реле 4, тобто для розмикання живлення сигнального світлодіоду 10. Розроблений блокувальний пристрій було випробувано для декількох порогових значень. Реле завжди спрацьовувало, та сигнальний світлодіод гаснув при наявності у повітрі заданої кількості алкоголю.

Для більш достовірної перевірки блокувального пристрою було зібрано схему з автомобільними акумулятором, реле і стартером (рис. 8).



Рис. 8. Експериментальна перевірка блокувального пристрою з автомобільними акумулятором і стартером: 1 – плата *Arduino Uno*; 2 – датчик *MQ3*; 3 – макетна плата; 4 – модуль реле; 5 – *USB* кабель для з'єднання з комп'ютером; 6 – п'ять світлодіодів для індикації величини сигналу *MQ3*; 7 – автомобільний акумулятор; 8 – вікно програми *Arduino*; 9 – монітор зі значеннями сигналу; 10 – стартер; 11 – ватка зі спиртом

В цій схемі керуючий сигнал від мікроконтролера надходить до автомобільного реле,

яке при наявності у повітрі алкоголю розмикає електричний ланцюг живлення стартера від автомобільного акумулятора, таким чином унеможливаючи запуск двигуна транспортного засобу водієм, що знаходиться у нетверезому стані.

Автомобільне реле *HLS-13F* призначене для напруги 12 В та току до 25 А, що значно перевищує параметри реле *Arduino JQC-3FF* і повністю відповідає реальним умовам експлуатації пристрою в транспортному засобі.

Експеримент пройшов успішно. Програма знову була введена у мікроконтролер і налаштована за допомогою програмного середовища 8 *Arduino*. Після запуску до сенсора було піднесено вату зі спиртом 11. Запалювалися світлодіоди 5, що свідчило про наявність алкоголю у повітрі. На екрані комп'ютеру постійно відображалися поточні значення 9 вмісту алкоголю у повітрі. При досягненні порогового значення вмісту алкоголю у повітрі автомобільне реле спрацьовувало, та стартер не запускався.

Таким чином, експериментальна перевірка антиалкогольного блокувального пристрою в умовах, максимально наближених до реальних умов автотранспортного засобу, показала можливість застосування такого пристрою для унеможливлення керування транспортним засобом у нетверезому стані.

Висновки

Метою даного дослідження є підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів за допомогою розробки на основі сучасних інформаційних технологій способу для унеможливлення керування транспортними засоби водіями у нетверезому стані і реалізує такий спосіб антиалкогольного блокувального пристрою.

Нами запропоновано законодавчо вводити в Україні антиалкогольні пристрої блокування стартеру та запалювання. Збільшення сум штрафів за водіння транспортного засобу в стані алкогольного сп'яніння за багато років не принесли жодних результатів. При цьому необхідна роз'яснювальна робота з суспільством щодо всіх сторін використання антиалкогольних УБЗ.

При розробці способу для унеможливлення керування ТЗ та блокувального пристрою проведено аналіз існуючих способів та пристроїв для примусового обмеження можливості керування транспортними засобами

водіями у нетверезому стані, який показав відсутність в Україні на даний момент рішень цієї проблеми.

Нами розроблений спосіб підвищення безпеки на транспорті, оснований на безумовному унеможливленню керування ТЗ водіями у нетверезому стані та розроблено його структурну схему. Розроблено також функціональну схему антиалкогольного блокувального пристрою для реалізації запропонованого способу на сучасних автомобілях, що потребує змін у їх програмному забезпеченні.

Описана реалізація блокувального пристрою на автомобілях без комп'ютерного управління, тому що на таких ТЗ це не потребує перепрограмування блока управління. При цьому можуть виникнути питання щодо безпеки руху, що буде вимагати додаткових досліджень. Розроблена електрична схема такого пристрою для транспортних засобів, що передбачає використання мікропроцесорної платформи *Arduino*. Використання *Arduino* дозволяє розробнику скомпонувати пристрій з потрібними властивостями та самостійно запрограмувати мікропроцесор до виконання потрібних дій у заданій послідовності.

Таким чином був сконструйований, зібраний, запрограмований спеціально розробленою програмою та експериментально перевірений антиалкогольний блокувальний пристрій. Експериментальна перевірка в умовах, що максимально наближені до реальних (автомобільні стартер та акумулятор) показала, що розроблений пристрій відключає стартер від живлення при наявності заданої кількості алкоголю в повітрі.

Ціна розробленого пристрою навіть з урахуванням податків і відрахувань не є перешкодою для обладнання транспортних засобів антиалкогольними блокувальними пристроями. Вартість комплектуючих на 1 листопада становить близько 500 грн.

Продовженням цього дослідження може стати виготовлення предсерійного зразка блокувального пристрою і його натурні випробування з перепрограмуванням бортових комп'ютерів.

В цілому авторами запропоновано спосіб та пристрій для підвищення безпеки дорожнього руху (звичайно, разом з іншими заходами в цьому напрямку), що дозволить уникнути величезних людських жертв і матеріальних збитків.

Література

1. Organisation for Economic Cooperation and Development. Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach (Russian version). Paris, 2010. 298 с.
2. Дубровик-Рохова А. Дорогие дороги. *День*. Київ, 2018. № 60. С. 3.
3. Симбірський Г. Д. Інформаційна технологія дистанційного примусового обмеження швидкості транспортних засобів для підвищення безпеки дорожнього руху. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання*. Харків, 2020. Вип. 17. С. 54-62.
4. Рудик А. В Україні на 25% збільшилася кількість ДТП через водіння в нетверезому вигляді. *Українські новини*. Київ, 19.11.2019.
5. Блум Д. Изучаем Arduino. СПб, БХВ-Петербург, 2015. 336 с.
6. Шликов В.В. Микропроцесорна техніка. Київ, КПІ, 2018. 144 с.
7. Модуль датчика алкоголю MQ-3 в Києві і Україні. *arduino.ua*. URL: <http://arduino.ua/prod1240-modul-datchika-alkogolya-mq-3> (дата звернення: 16.09.2020).
8. HLS-13F-1 РЕЛЕ (12VDC) ток-20А/контакты-1С. URL: <https://kharkov.prom.ua/p608088170-hls-13f-rele.html> (дата звернення: 16.09.2020).

References

1. Organisation for Economic Cooperation and Development (2010). *Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach*. Paris.
2. Dubrovik-Rohova, A. (2018) Dorigie dorogi – expensive roads. *Den – Day*, Vol. 60, 3. Kyiv [in Ukrainian].
3. Simbirskyi G. (2020) Informaciina tehnologiia distancinogo prymusovogo obmezhenia shvydkosti transportnyh zasobiv dlia pidvyshennia bezpeky dorozhnogo ryhy. *Avtomobil i elektronika. Sovremennye tehnologii: elektronnoe nauchnoe spetsializirovannoe izdanie*. Kharkiv, 17, 54-61. [in Ukrainian].
4. Rudyk A. (2019) V Ukraini na 25% zbilshylasia kilkist DTP cherez vodinnia v netverezomu vygliadi. *Ukrainski novyny – Ukrainian News*, 19.11.2019, Kyiv [in Ukrainian].
5. Blum, D. (2015) *Izuchaem Arduino*. SPb [in Russian].
6. Shlykov V. (2018) *Microprocesorna tehnika*. Kyiv [in Ukrainian].
7. Modul datchika alkogolia MQ-3 v Kyivi i Ukraini. *arduino.ua* (2020). Retrieved from: <http://arduino.ua/prod1240-modul-datchika-alkogolya-mq-3>. (accessed: 16.09.2020)
8. HLS-13F-1 Rele (12VDC) tok-20A/kontakty-1C (2020). Retrieved from: <https://kharkov.prom.ua/p608088170-hls-13f-rele.html> (accessed: 16.09.2020).

Симбірський Геннадій Дмитрович¹, к.т.н., доцент кафедри інформатики та прикладної математики, тел. 066-129-04-75, simbir.gd@gmail.com

Кушнір Дмитро Едуардович¹, студент факультету транспортних систем ХНАДУ, тел. 066-099-87-72, e-mail: dima_99.99_1999@mail.ru.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Применение информационных технологий и микропроцессорной техники для снижения аварийности на автодорогах

Аннотация. Предлагается использование информационных технологий для снижения аварийности на автодорогах в части, связанной с управлением транспортными средствами (ТС) в нетрезвом состоянии. Разработан способ предотвращения управления ТС нетрезвыми водителями на основе микропроцессорной техники. Разработана функциональная схема устройства на основе микропроцессорной платформы Arduino для антиалкогольной блокировки ТС. Подробно описано такое устройство, которое сконструировано, собрано, запрограммировано специально разработанной программой и экспериментально проверено.

Ключевые слова: платформа Arduino, информационные технологии, снижение аварийности на автодорогах, микропроцессорные системы, программирование микропроцессоров.

Симбирский Геннадий Дмитриевич¹, к.т.н., доцент, кафедра информатики и прикладной математики, тел. 066-129-04-75, simbir.gd@gmail.com;

Кушнір Дмитрій Едуардович¹, студент факультета транспортних систем ХНАДУ, тел. 066-099-87-72, e-mail: dima_99.99_1999@mail.ru.

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Application of information technologies and microprocessor equipment for reducing the number of road accidents

Abstract. Problems. Overcoming the consequences of road accidents places a heavy burden on the country's health care and social services. The International Transport Forum has prepared a report "Striving for Zero: High Challenges and a Systemic Approach to Road Safety". The forum experts consider driving while intoxicated one of the key problems in the growing number of road accidents, and the use of information technology is one of the ways to reduce the number of accidents. **Goal.** On the basis of the conducted analysis the purpose of research which consists in creation of a way and the device for impossibility of driving of vehicles by drunk drivers is formulated. **Tasks:** 1. To formulate the concept of improving road safety in Ukraine in terms of preventing drunk drivers from driving; 2. To develop

the functional scheme of the device for anti-alcohol blocking of vehicles; 3. To develop a schematic diagram of such a device; 4. To collect and test a full-scale sample of the device in the laboratory for experimental confirmation of the efficiency of the proposed method. **Methodology.** The analytical method was used – the study of existing systems that do not allow drivers to drive while intoxicated and the method of synthesis - the creation of a block diagram of a new system based on the advantages and disadvantages of the analyzed systems. **Results.** When creating a method of a device to prevent driving a vehicle, an analysis of existing methods and devices for forcible restriction of driving under the influence of drinks was made, which showed the lack of solutions to this problem in Ukraine at the moment. We have developed a method of improving safety in transport, based on the unconditional impossibility of driving under the influence of drunk drivers and developed its block diagram. A functional diagram of an anti-alcohol blocking device for the implementation of the proposed method on modern cars, which requires changes in their software, has also been developed. An electrical circuit of the locking device for vehicles based on the Arduino microprocessor platform has been developed. Using Arduino allows the developer to assemble the device with the desired properties and independently program the microprocessor to perform the desired

actions in a given sequence. As a result, an anti-alcohol blocking device was assembled, programmed and experimentally tested. Experimental testing in conditions as close as possible to real (car starter and battery) showed that the developed device disconnects the starter from the power supply in the presence of a given amount of alcohol in the air. **Practical value.** The practical significance of the developed method of improving transport safety, which makes it impossible for drunk drivers to drive vehicles, is the possible savings for the state of Ukraine of about twenty billion hryvnias, which are spent each year on the consequences of road accidents. But the most important thing is the lives saved, which cannot be estimated in hryvnias or dollars.

Key words: Arduino platform, information technologies, reduction of accidents on highways, microprocessor systems, microprocessor programming.

Simbirsky Gennady¹, Ph.D., Assoc. Prof., Department of Informatics and Applied Mathematics, tel. +38 066-129-04-75, simbir.gd@gmail.com;

Kushnir Dmytro Eduardovych¹, student of the Faculty of Transport Systems, tel. 066-099-87-72, e-mail: dima_99.99_1999@mail.ru.

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkov, 61002, Ukraine.