Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Автоматизована система встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів
Назва теми

КвРАКІТР.2023246.01.09.ПЗ

Рівень вищої освіти перший

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
Шифр, назва

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
Назва

Виконав:

студент III курсу, група АКІТРс-23-1 _____ Дмитро ДЕЙНЕКА
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник _____ Денис МАКАРИШКІН
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер _____ Галина РАДЕЛЬЧУК
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри АКІТтаР _____ Людмила КОРЕЦЬКА
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«13» червня 2026 р.

Хмельницький 2026

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *інформаційних технологій*
Кафедра *автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки*
Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*
Галузь знань *17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації*
Спеціальність *174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка*
Освітня програма *Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АКІТтаР
Людмила КОРЕЦЬКА
07. 02. 2026р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дейнеці Дмитру Вадимовичу
Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Автоматизована система встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів

Керівник роботи канд. техн. наук, доцент Макаришкін Денис Анатолійович
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету №7 від 20.01.2026р.
2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.2026
3 Вихідні дані до роботи Статистичні дані щодо кількості протоколів, складених на водіїв у нетверезому стані, Статистика ДТП, вчинених водіями в нетверезому стані, Технологічний процес запалювання двигуна внутрішнього згорання
4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Огляд та аналіз існуючих автоматизованих систем в транспортних засобах, Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів, Моделювання роботи автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів
5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)
презентаційні матеріали (слайди)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Радельчук Г.І., доцент кафедри АКІТтаР		

7 Дата видачі завдання 07.02.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
1. Вступ	15.02.2026	Виконано
2. Огляд та аналіз існуючих автоматизованих систем в транспортних засобах	28.02.2026	Виконано
3. Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів	30.03.2026	Виконано
4. Написання статті на міжнародну конференцію	15.04.2026	Виконано
5. Моделювання роботи автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів	30.04.2026	Виконано
6. Висновки	15.05.2026	Виконано
7. Оформлення пояснювальної записки до КРБ	20.05.2026	Виконано
8. Оформлення пояснювальної записки до КРМ	25.05.2026	Виконано
9. Оформлення презентаційних матеріалів	30.05.2026	виконано

Студент _____ Дмитро ДЕЙНЕКА
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Денис МАКАРИШКІН
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів».

Автор роботи: Дейнека Дмитро Вадимович

Керівник роботи: Макаришкін Денис Анатолійович

Пояснювальна записка: 78 с., 36 рис., 8 табл., 52 джерела.

Графічна частина: 14 презентаційних слайдів

АВТОМАТИЗАЦІЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ДВИГУН, ДАТЧИК АЛКОГОЛЮ, GSM МОДУЛЬ, ВІДПРАВКА ПОВІДОМЛЕНЬ, СТРУКТУРНА СХЕМА, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ, ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ, БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДІЯ

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення та дослідження автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів із застосуванням сучасних засобів автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій .В роботі виконано огляд та аналіз існуючих автоматизованих систем в транспортних засобах, спрямованих на підвищення безпеки, а також виконано підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів. Розроблена система дозволяє виконувати безперервний моніторинг фізіологічного стану водія, а також виконувати блокування можливості запалювання транспортного засобу у випадку, якщо водій знаходиться у стані алкогольного сп'яніння, при цьому зі збереженням доступу до таких додаткових функцій, як склопідйомники або магнітола.

02.06.2026 р.
дата

Підпис

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ 8

1.1 Проблематика оцінки фізіологічного стану водіїв транспортних засобів 8

1.2 Огляд та аналіз автоматизованих систем, що використовуються в транспортних засобах 13

1.3 Опис технологічного процесу запуску транспортного засобу 22

1.4 Висновки до першого розділу 30

2 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАНУ АЛКОГОЛЬНОГО СП'ЯНІННЯ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 31

2.1 Побудова загальної схеми обладнання та вибір мікроконтролера 31

2.2 Датчик виявлення алкоголю 38

2.3 GSM модуль та інше додаткове обладнання 43

2.4 Висновки до другого розділу 53

3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАНУ АЛКОГОЛЬНОГО СП'ЯНІННЯ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 54

3.1 Принцип роботи автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів 54

3.2 Підключення обладнання автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів 58

3.3 Програма керування автоматизованою системою встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів 64

3.4 Висновки до третього розділу 69

ВИСНОВКИ 70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 72

ВСТУП

У сучасному науково-технічному середовищі автоматизація технологічних процесів виступає одним із визначальних чинників підвищення ефективності функціонування, рівня безпеки та надійності технічних систем. Автоматизовані й комп'ютерно-інтегровані технології знаходять широке застосування в промислових виробництвах, енергетичному секторі, медицині та транспорті, забезпечуючи мінімізацію впливу людського фактора, оптимізацію процесів керування та підвищення точності прийняття рішень. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває створення спеціалізованих автоматизованих систем, орієнтованих на вирішення конкретних прикладних завдань.

Однією з галузей, у якій автоматизовані рішення розвиваються найбільш інтенсивно, є транспортна сфера. Сучасні транспортні засоби оснащуються складними електронними та мехатронними комплексами, що забезпечують керування силовими агрегатами, гальмівними системами, системами стабілізації руху, а також реалізують допоміжні функції для водія. Упровадження таких систем спрямоване на підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод і покращення експлуатаційних показників транспортних засобів.

Подальший розвиток автомобільних технологій тісно пов'язаний із впровадженням інтелектуальних автоматизованих засобів контролю стану водія. Уже на сьогодні застосовуються системи, що здійснюють моніторинг рівня втоми, концентрації уваги та дотримання швидкісних обмежень. Інтеграція подібних рішень у транспортні засоби дозволяє завчасно виявляти потенційно небезпечні стани водія та зменшувати ризик виникнення аварійних ситуацій, що є важливим елементом підвищення загального рівня безпеки на дорогах.

Однією з найбільш небезпечних причин дорожньо-транспортних пригод залишається керування транспортними засобами в стані алкогольного сп'яніння. Навіть незначні концентрації алкоголю в організмі водія призводять до зниження

швидкості реакції, погіршення координації рухів і здатності адекватно оцінювати дорожню обстановку. У зв’язку з цим контроль наявності алкоголю у водіїв є важливим завданням, яке потребує застосування ефективних, надійних та оперативних технічних засобів.

Практичне значення автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп’яніння водіїв транспортних засобів полягає в можливості її використання як у складі бортових систем автомобіля, так і в інфраструктурних рішеннях для комерційного та громадського транспорту. Така система здатна забезпечувати автоматичний контроль перед початком руху, блокування запуску двигуна у випадку перевищення допустимого рівня алкоголю, а також передавання інформації до систем керування автопарком. Використання подібних технологій сприяє зниженню аварійності, підвищенню відповідальності водіїв та загальному покращенню безпеки дорожнього руху.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розроблення та дослідження автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп’яніння водіїв транспортних засобів із застосуванням сучасних засобів автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій.

Результати виконання кваліфікаційної роботи можуть бути використані при модернізації та вдосконаленні існуючих транспортних засобів незалежно від їх типу, тобто в легкових, вантажних автомобілях або ж іншій спеціалізованій техніці, така як трактори або складські вантажні машини.

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

1.1 Проблематика оцінки фізіологічного стану водіїв транспортних засобів

Оцінювання фізіологічного стану водіїв транспортних засобів з точки зору наявності алкоголю в організмі є одним із визначальних елементів системи забезпечення безпеки дорожнього руху. Вживання алкоголю негативно впливає на функціонування центральної нервової системи, що проявляється у сповільненні реакцій, порушенні координації рухів та зниженні здатності до адекватного аналізу дорожньої обстановки. Навіть незначні концентрації алкоголю можуть спричинити помилкові дії водія, що суттєво підвищує ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод [1].

У повсякденному житті керування автомобілем після вживання алкоголю нерідко недооцінюється водіями як серйозне порушення, особливо у випадках незначних доз або короткочасних поїздок. Після сімейних свят, неформальних зустрічей чи урочистих подій водій може суб’єктивно вважати свій стан безпечним, ігноруючи реальний вплив алкоголю на психофізіологічні функції. У таких ситуаціях автоматизовані системи контролю здатні надати об’єктивну оцінку стану водія та запобігти початку руху, тим самим знижуючи ризик аварійних ситуацій [2].

Особливого значення контроль вмісту алкоголю набуває у сфері професійного керування транспортними засобами. Водії громадського транспорту, вантажних автомобілів, таксомоторних служб та спеціальної техніки несуть підвищену відповідальність за безпеку пасажирів і інших учасників дорожнього руху. Для таких категорій працівників навіть мінімальний рівень алкоголю в організмі є недопустимим, оскільки може призвести до тяжких наслідків, зокрема масштабних аварій та значних матеріальних збитків [3].

Запровадження автоматизованих систем виявлення алкоголю у водіїв забезпечує можливість безперервного, об’єктивного та незалежного контролю

їхнього стану перед початком руху або під час виконання рейсів. На транспортних підприємствах такі системи можуть використовуватися як елемент допуску водіїв до роботи, засіб блокування запуску транспортного засобу у разі порушень, а також інструмент формування аналітичної інформації для служб безпеки. Використання подібних рішень сприяє зменшенню аварійності, підвищенню рівня дисципліни водіїв і загальному покращенню безпеки дорожнього руху [4].

За підсумками минулого року правоохоронні органи України зафіксували значну кількість порушень, пов’язаних із керуванням транспортними засобами у стані сп’яніння. Зокрема, Національною поліцією України було оформлено понад 65 тисяч адміністративних матеріалів щодо водіїв, які перебували під впливом алкоголю. Окрім цього, органами прокуратури відкрито більше тисячі кримінальних проваджень за фактами керування транспортними засобами у стані алкогольного або наркотичного сп’яніння [5].

Статистичні дані також свідчать про суттєвий вплив цього фактору на аварійність: приблизно кожна двадцять п’ята дорожньо-транспортна пригода з потерпілими сталася з вини нетверезих водіїв. Це підтверджує, що проблема залишається системною та безпосередньо загрожує безпеці учасників дорожнього руху.

У числовому вимірі минулого року поліцейськими було складено 65 702 протоколи за керування транспортними засобами (ТЗ) у нетверезому стані (НС). Порівняно з показниками 2023 року (рисунок 1.1), кількість таких правопорушень зросла незначно − приблизно на 2 %. Водночас у довгостроковій динаміці спостерігається більш відчутне зростання: у порівнянні з 2021 роком цей показник є вищим майже на 6 %, що вказує на збереження негативної тенденції. Якщо розглядати поширення таких випадків водіння (рисунок 1.2), то найбільше протоколів було складено на Дніпропетровщині, загальна кількість яких склала 8 745 штук, а також Київська область із 8 176 протоколів та 7 073 протоколи в Одеській області. Найменша кількість протоколів за водіння у НС

було складено в Черкаській області (720 штук), Тернопільській (816 штук) та Івано-Франківській (880 штук).

Рисунок 1.1 – Кількість протоколів, складених за водіння ТЗ в нетверезому стані

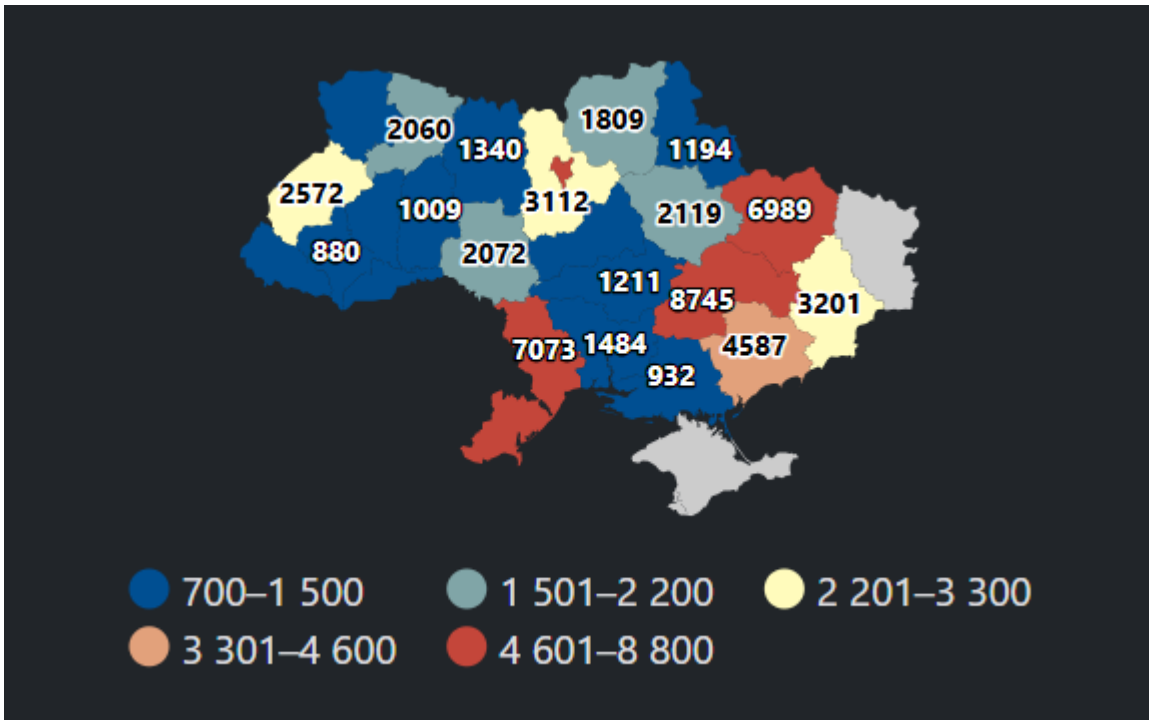


Рисунок 1.2 – Поширеність складання протоколів за водіння в нетверезому стані

З наведених складених протоколів станом на кінець 2024 року було складено 29 816 судових рішень щодо керування ТЗ у не належному

фізіологічному стані (рисунок 1.3). Цей показник показав зростання на 14% у порівнянням із 2021 роком.

Рисунок 1.3 – Кількість судових рішень за водіння у неналежному фізіологічному стані

Якщо розглядати статистичні дані у розрізі дорожньо-транспортних пригод (ДТП), що сталися із водіями, які знаходились у неналежному фізіологічному стані, то у 2024 році було зафіксовано близько тисячі таких ДТП (рисунок 1.4). В результаті таких аварій було травмовано 1302 людей, крім того загинуло 110 людей. Кількість ДТП за участю водіїв, що знаходились у неналежному фізіологічному стані підвищився на 19% з 2021 по 2024 рік.

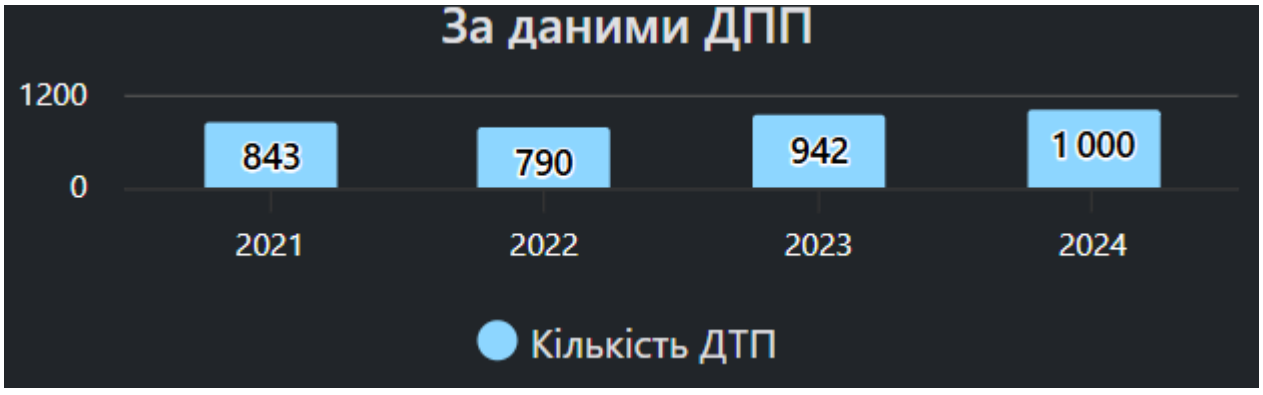


Рисунок 1.4 – Кількість ДТП із постраждалими спричинені водіями у неналежному фізіологічному стані

За результатами статистичних даних у Хмельницькій області за 2024 рік патрульна поліція виявила 1009 водіїв, які кермували ТЗ у неналежному фізіологічному стані [6].

Аналіз наявних статистичних матеріалів щодо ДТП, спричинених керуванням у стані алкогольного сп’яніння та кількості протоколів, складених на водіїв, які знаходились у неналежному фізіологічному стані за кермом ТЗ, підтверджує, що дана проблема зберігає високу актуальність і продовжує суттєво впливати на загальний рівень безпеки дорожнього руху. Попри впровадження жорсткіших нормативно-правових обмежень та проведення профілактичних заходів, кількість аварій за участю нетверезих водіїв залишається значною, а їх наслідки часто відзначаються підвищеною тяжкістю, значними матеріальними збитками та великою кількістю постраждалих. Це свідчить про недостатню результативність підходів, що базуються виключно на адміністративному контролі, і зумовлює потребу у впровадженні технологічно орієнтованих рішень.

Узагальнення статистичних даних дає підстави стверджувати, що визначальним чинником ризику є людський фактор, зокрема схильність водіїв до помилкової або заниженої оцінки власного фізіологічного стану. Значна частина випадків керування у стані сп’яніння відбувається поза межами вибіркових перевірок, що унеможливлює своєчасне виявлення порушення традиційними методами. За таких умов автоматизовані системи контролю рівня алкоголю, які функціонують до початку руху або безпосередньо під час експлуатації транспортного засобу, розглядаються як дієвий превентивний механізм, здатний істотно знизити ймовірність допуску нетверезого водія до керування.

Отже, необхідність розроблення автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп’яніння водіїв транспортних засобів обумовлюється потребою переходу від реагування на вже скоєні правопорушення до впровадження запобіжних заходів у сфері безпеки дорожнього руху. Використання таких систем створює передумови для скорочення кількості

порушень, пов’язаних із керуванням у стані сп’яніння, зниження аварійності та мінімізації соціально-економічних втрат, спричинених ДТП. Результати статистичного аналізу підтверджують доцільність застосування автоматизованих технічних засобів як одного з найбільш перспективних напрямів підвищення рівня безпеки на автомобільних дорогах.

1.2 Огляд та аналіз автоматизованих систем, що використовуються в транспортних засобах

Широке впровадження автоматизованих систем керування транспортними засобами (АСК ТЗ) стало можливим завдяки прогресу в галузі мікроелектронних компонентів, розвитку датчикових систем і зростанню обчислювальних можливостей вбудованих пристроїв. Додатковим стимулом є постійне підвищення вимог до безпеки перевезень, зручності керування та раціонального використання енергетичних ресурсів. Умови сучасного дорожнього руху, що характеризуються високою щільністю та складною інфраструктурою, потребують зниження залежності від людського фактора, який залишається домінуючою причиною аварійності. У зв’язку з цим автоматизовані системи безперервно вдосконалюються шляхом упровадження адаптивних алгоритмів, інтелектуальної обробки даних і методів машинного аналізу [7].

На практиці такі системи знайшли застосування в транспортних засобах різного призначення – від легкових автомобілів до вантажної та спеціалізованої техніки. Серед типових рішень можна виокремити електронне керування силовими агрегатами, автоматизовані трансмісії, системи підтримання заданої швидкості та допомоги під час паркування. У сфері громадських перевезень і транспортної логістики активно використовуються автоматизовані системи управління маршрутами, моніторингу витрат пального та диспетчерського контролю, що сприяє оптимізації експлуатаційних процесів і зниженню економічних витрат [8].

Особливу роль відіграють автоматизовані системи, орієнтовані на зменшення аварійності та підвищення рівня активної безпеки. До таких рішень належать системи запобігання блокуванню коліс під час гальмування, електронні засоби стабілізації руху, контролю тиску в шинах і автоматичного реагування на критичні ситуації.

Вони здійснюють безперервний аналіз динамічних параметрів руху та, за необхідності, коригують керуючі дії для запобігання втраті керованості [9].

Подальша еволюція автоматизованих систем керування (АСК) пов'язана з інтеграцією комплексних рішень активної безпеки та елементів часткової автономності. Сюди належать системи контролю положення транспортного засобу в смузі, оцінювання стану водія, розпізнавання об'єктів дорожньої обстановки та автоматичного обмеження швидкості з урахуванням зовнішніх умов. Використання таких технологій створює умови для істотного підвищення надійності керування та формує основу для переходу до автономного транспорту майбутнього [10].

При розробці автоматизованих систем керування транспортними засобами слід враховувати принцип керування автомобільним двигуном (рисунок 1.5). Наведена схема відображає узагальнену архітектуру системи керування двигуном транспортного засобу, у якій простежується взаємодія інформаційних потоків, керуючих впливів і контурів зворотного зв'язку. Ключовим функціональним елементом системи виступає електронний блок керування, до якого надходять сигнали від вимірювальних пристроїв. Ці сенсори здійснюють безперервний контроль технічного стану двигуна та суміжних підсистем, фіксуючи значення частоти обертання, температурних і тискових показників, положення дросельного вузла та інших параметрів, критично важливих для коректної роботи силового агрегату.

Отримані дані підлягають обробці в блоці керування, де на їх основі реалізуються відповідні алгоритми прийняття рішень. Результатом цього процесу є формування сигналів керування, що передаються на виконавчі

механізми. Актуатори забезпечують фізичну реалізацію керуючих дій, змінюючи режими подачі паливно-повітряної суміші, параметри займання або інші характеристики функціонування двигуна. Унаслідок цього відбувається вплив на об’єкт керування, а створена потужність через трансмісію перетворюється на рух транспортного засобу з відповідною швидкістю [11].

Рисунок 1.5 – Схема керування автомобільним двигуном

Характерною рисою поданої структури є використання кількох рівнів зворотного зв’язку, що підвищує адаптивність і надійність системи. Внутрішні контури забезпечують автоматичне уточнення режимів роботи окремих підсистем, компенсуючи відхилення та зовнішні збурення. Зовнішній контур зворотного зв’язку пов’язаний із водієм, який, оцінюючи динаміку руху та реакцію автомобіля, здійснює вплив на роботу двигуна за допомогою органів керування [12]. Така ієрархічна організація зворотних зв’язків забезпечує

скоординовану взаємодію людини, електронних компонентів і механічних систем транспортного засобу.

В сучасному світі спостерігається загальна тенденція до запровадження систем автоматизованого керування ТЗ в розрізі автоматизованого водіння та дотримання дороги. Такі системи можуть використовувати засоби комп'ютерного зору.

В автомобілях із такими автоматизованими системами, які отримали загальну назву автопілот, наявна інтелектуальна система, яка виконує процес відстежування дороги та обстановки на дорозі, а також допомагає водієві. В загальному таку систему та її складові можна умовно зобразити таким чином, як це показано на рисунку 1.6.

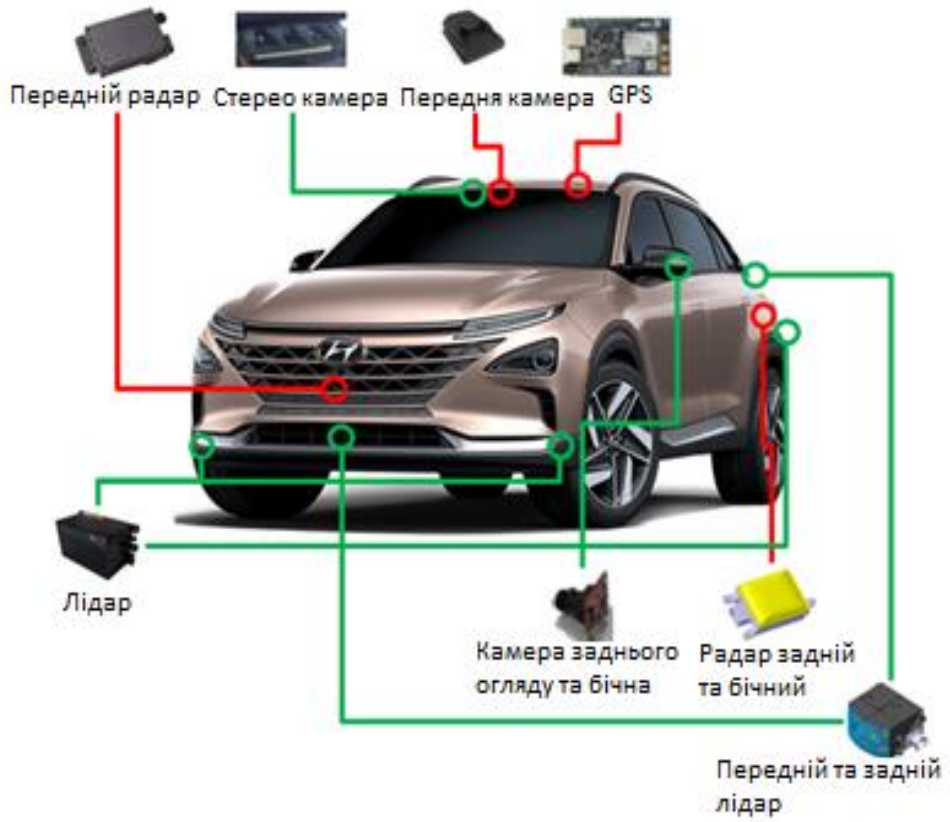


Рисунок 1.6 – Узагальнена система автопілоту в автомобілі

Система складається із наступних складових, в кожної з яких є свою функція [13]:

– датчики і камери призначені для відстеження світлофорів, інших ТЗ, розмітки, знаків, тощо;

– штучний інтелект виконує аналіз отриманих даних та приймає рішення щодо наступних дій;

– карти і GPS виконує функцію розуміння місцезнаходження ТЗ;

– радари і лідари призначені для відстеження відстані до перешкод, які зчитуються датчиками та камерами.

На ринку автомобілів наявний ряд моделей, в яких присутня функція автопілоту. До таких моделей відносяться Audi A8, Kia EV6, Tesla Model 3, Mercedes S-Class, Hyundai Ioniq 5.

Застосування систем автопілотування в ТЗ відкриває низку вагомих переваг, передусім у сфері підвищення безпеки руху та зниження навантаження на водія. Такі технології здійснюють постійний моніторинг дорожнього середовища з використанням комплексу сенсорів, таких як камери, радари і лідари, що дозволяє оперативно виявляти потенційні загрози та реагувати на них швидше, ніж людина. Зменшення впливу людського фактора, зокрема втоми, неуважності чи помилок керування, сприяє зниженню ризику аварійних ситуацій. Автопілот здатний автоматично підтримувати оптимальну дистанцію, стабільно утримувати ТЗ у межах смуги, регулювати швидкість руху та виконувати типові маневри, що є особливо ефективним під час руху в щільному потоці або на тривалих маршрутах.

Разом із тим використання автопілоту супроводжується низкою технічних і організаційних обмежень. Поточний рівень розвитку таких систем не забезпечує повної автономності в умовах складної або нестандартної дорожньої обстановки, зокрема за відсутності чіткої розмітки, під час несприятливих погодних умов чи за непередбачуваної поведінки інших учасників руху.

Надмірна залежність від автоматизованого керування може призводити до зниження концентрації уваги водія та уповільнення його реакції у разі необхідності екстреного втручання. Додатковими стримувальними чинниками

залишаються висока вартість упровадження автопілотних систем, складність їх нормативного регулювання, а також невизначеність питань юридичної відповідальності у випадку ДТП.

Наприклад, однією із найбільш поширених проблем при використанні автопілоту в автомобілі Tesla є його кермування відповідно до правил дорожнього руху, які діють в Сполучених Штатах Америки. Оскільки ПДР в Україні суттєво відрізняються від ПДР в США, то використання цього автопілоту може призвести до порушень ПДР, а також спричинити аварійну ситуацію на дорозі або ж стати причиною ДТП [14].

За даними Reuters в компанію Tesla надійшло понад 50 повідомлень про порушення ПДР, які спричинили низку ДТП. Загалом Національна адміністрація безпеки дорожнього руху США (NHTSA) розглядає 58 випадків, які призвели до 14 аварій, в результати яких травми отримали 23 особи. В шести із наведених випадків Tesla виконала проїзд перехрестя на заборонений сигнал світлофору, в результаті чого відбулось зіткнення із іншими ТЗ.

Однією із поширених АСК ТЗ, основне призначення яких полягає у підвищенні безпеки водія – це система виявлення сонливості водія (СВСВ), алгоритм роботи якої наведено на рисунку 1.7.

Ця технологія відноситься до технології активної безпеки, яка використовує штучний інтелект та дані, отримані з датчиків, для безперервного відслідковування фізіологічного стану водія на елемент того, чи знаходиться він в сонливому стані, чи ні. СВСВ аналізує основі ознаки втоми, до яких відносяться положення голови, зівання та часте моргання наряду із поведінкою в процесі кермуванням ТЗ. Якщо СВСВ виявляє ознаки сонливості, вона сповіщає про це водія та намагається його розбудити. Сповіщення виконується шляхом подачі голосного звукового сигналу [15].

СВСВ розроблена для безперервного контролю психофізіологічного стану людини за кермом з метою раннього розпізнавання втоми або зниження рівня уваги. Її функціонування базується на зчитуванні та обробці інформації, що

надходить від комплексу сенсорних пристроїв, розміщених як у салоні транспортного засобу, так і на елементах керування. До таких засобів належать відеокамери, орієнтовані на обличчя водія, а також датчики, що реєструють дії з кермом, педалями та параметри руху автомобіля. Зібрані дані в режимі реального часу надходять до електронного модуля керування для подальшого аналізу.

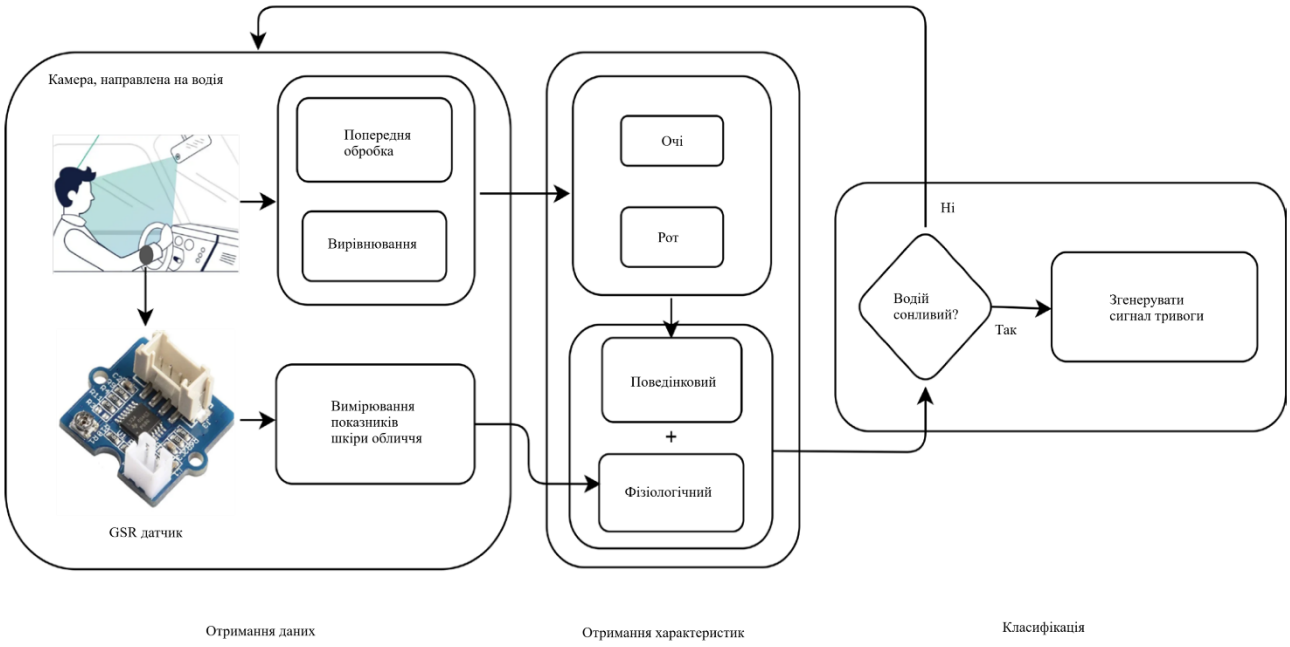


Рисунок 1.7 – Алгоритм роботи системи виявлення сонливості водія

Основу алгоритмів роботи системи становить оцінка поведінкових і фізіологічних характеристик водія. Використовуючи методи комп'ютерного зору, система аналізує такі ознаки, як інтенсивність і ритм моргання, тривалість заплющення очей, нахил і положення голови, а також фокус погляду. Одночасно враховуються додаткові непрямі показники, зокрема характер рухів керма, коливання швидкості та відхилення транспортного засобу від заданої траєкторії. Комплексна обробка цих параметрів дає змогу визначити рівень втоми водія та виявити потенційно небезпечний стан ще на початковій стадії.

У випадку фіксації ознак сонливості система ініціює відповідні попереджувальні дії, спрямовані на активізацію уваги водія. Для цього можуть застосовуватися звукові сповіщення, візуальні індикатори на приладовій панелі,

а також тактильні сигнали у вигляді вібрації керма або сидіння. У більш складних реалізаціях передбачене обмежене втручання в процес керування, наприклад автоматична корекція курсу або зменшення швидкості руху. Отже, робота системи ґрунтується на інтегрованому аналізі стану водія та своєчасному реагуванні, що сприяє підвищенню рівня безпеки дорожнього руху.

В загальному принцип обробки отриманої інформації з камери та основні етапи навчання СВСВ наведено на рисунку 1.8.

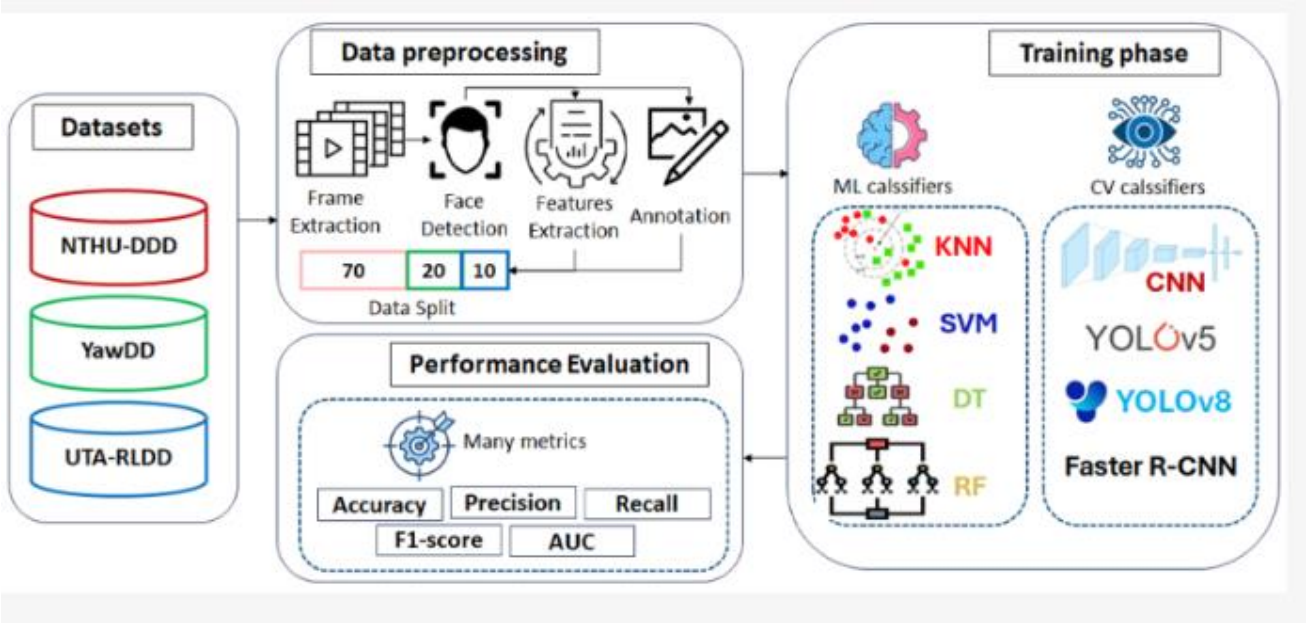


Рисунок 1.8 – Принципова схема системи виявлення сонливості водія

Перевагами використання такої системи є [16]:

– неінвазивність;

– відсутність перешкоджання у керуванні ТЗ;

– робота в режимі реального часу;

– швидке реагування на виявлення сонливості у водія;

– зниження ризику виникнення ДТП.

Така система стала достатньо поширеною та встановлюється у автомобілях марок Volvo, Mercedes-Benz, Toyota, Volkswagen [17].

Окрему категорію становлять автоматизовані системи безпосереднього виявлення алкоголю або інших речовин в організмі водія. До них належать вбудовані або зовнішні алкотестери, інтегровані в систему запуску двигуна (Alcohol Interlock Systems), які блокують можливість початку руху при перевищенні допустимого рівня алкоголю. Такі системи активно застосовуються у комерційному транспорті, громадських перевезеннях та в ряді країн є обов'язковими для водіїв, які раніше порушували ПДР. Принципова схема системи виявлення алкоголю у водіїв (СВАВ) наведена на рисунку 1.9 [18].

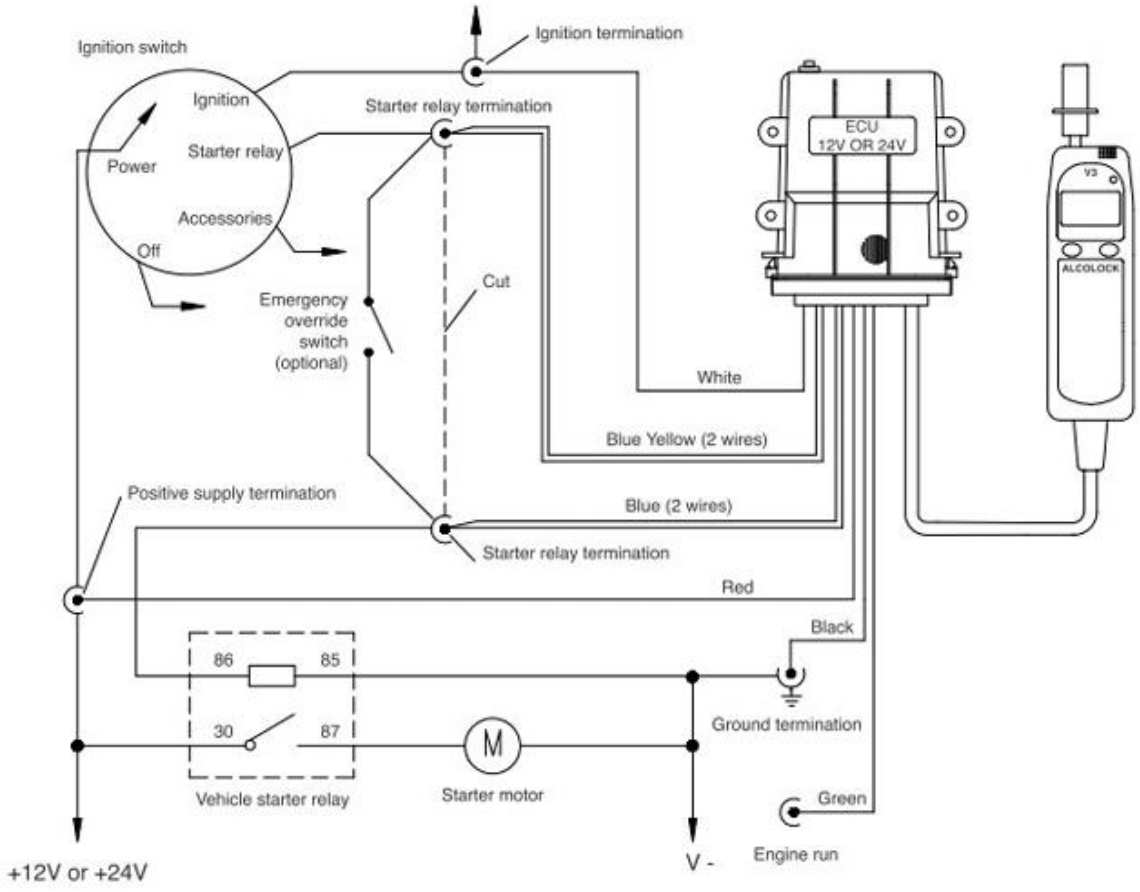


Рисунок 1.9 – Принципова схема системи виявлення алкоголю у водіїв

Ця система представляє собою набір приладів, які інтегруються в систему запалювання ТЗ. Якщо у водія фіксується алкоголь, то система виконує блокування запуску двигуна. В основному система складається із алкотестера та блоку керування стартером ТЗ [19].

Перед запуском ТЗ водій обов’язково повинен подути в алкотестер (рисунок 1.10). Крім того, в таких системах часто передбачено повторне проходження тесту через випадкові проміжки часу, особливо якщо ТЗ використовується в якості службового автомобілю тільки в робочий час.

Рисунок 1.10 – Алкотестер в СВАВ

Такі системи оснащуються високоточними електрохімічними датчиками, які виключають вплив інших речовин на результати перевірки. Часто вони також оснащуються захистом від спроб ввести систему в оману, наприклад, за допомогою камери або GPS-модулів [20].

Всі дії водія в системі фіксуються, реєструється вміст алкоголю, кількість пройдених тестів та в подальшому такі результати можуть використовуватись для аналізу певними вповноваженими особами. Використання таких систем можливе для зменшення ризику виникнення ДТП на ТЗ, а також у випадку судових рішень, коли водій раніше затримувався у нетверезому стані [21].

1.3 Опис технологічного процесу запуску транспортного засобу

Автоматизована система виявлення алкоголю у водіїв ТЗ за принципом роботи полягатиме у зчитуванні кількості алкоголю в диханні водія, після чого

повинно відбуватись блокування двигуна автомобіля. Для розуміння того, як виконати блокування, в першу чергу необхідно розглянути принцип роботи автомобільного двигуна (АД).

На рисунку 1.11 наведено конструкцію двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) автомобіля. ДВЗ належить до класу теплових енергетичних машин, у яких процес перетворення енергії відбувається безпосередньо всередині робочих циліндрів. У ході згоряння палива в обмеженому об’ємі камери формується високий тиск газів, що діє на поршень і створює механічний рух. До базових конструктивних елементів автомобільного двигуна входять блок циліндрів із гільзами, поршнева група, шатунно-кривошипний механізм, головка блоку з газорозподільним механізмом, а також допоміжні системи – живлення, охолодження, мащення й відведення відпрацьованих газів. У більшості сучасних ТЗ реалізовано чотиритактний робочий цикл, у межах якого один повний процес перетворення енергії здійснюється за два оберти колінчастого валу, а поршень проходить чотири фази переміщення між крайніми положеннями [22].

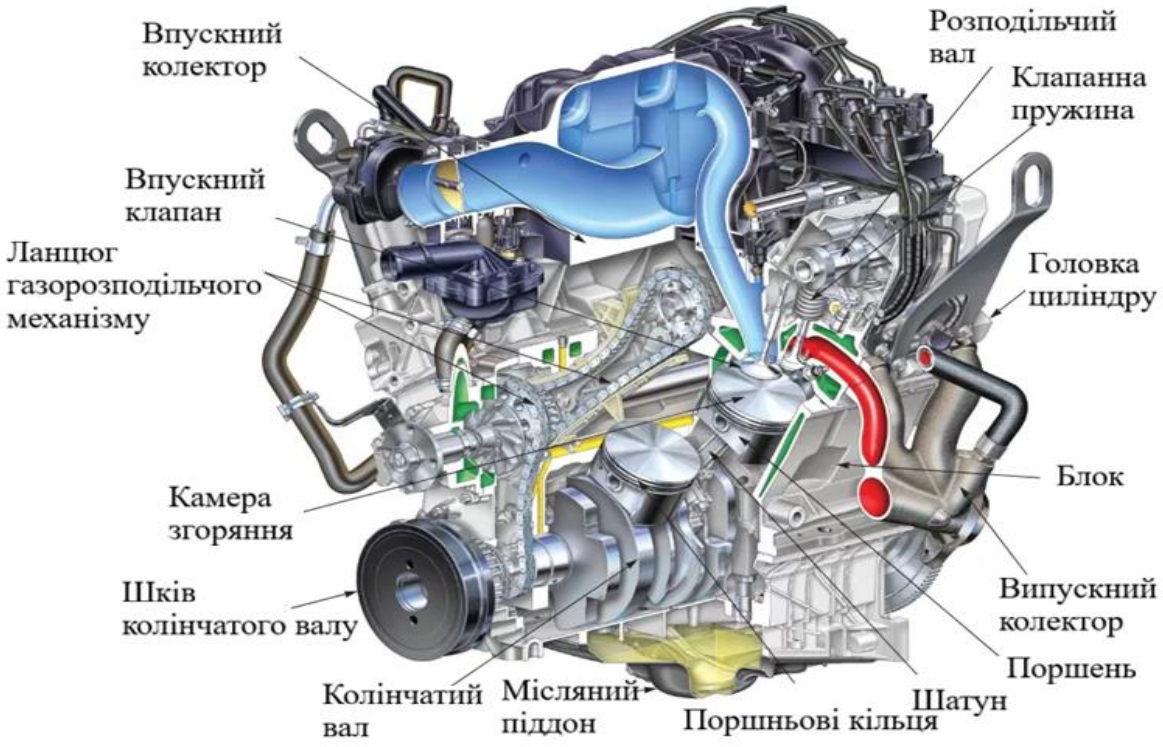


Рисунок 1.11 – Будова двигуна внутрішнього згорання

Функціонування бензинового АД базується на попередньому приготуванні паливно-повітряної суміші та її примусовому займання від електричної іскри. На першому етапі – впуску – поршень переміщується вниз, утворюючи зону пониженого тиску, внаслідок чого через відкритий впускний клапан до циліндра надходить суміш повітря та бензину. У сучасних конструкціях дозування пального здійснюється за допомогою електронно керованих форсунок, які працюють під контролем блоку керування двигуном [23]. Електронний модуль аналізує сигнали від численних датчиків (температури, складу вихлопу, витрати повітря, положення дроселя тощо) та визначає оптимальну кількість палива і момент запалювання.

Після наповнення циліндра відбувається стискання: клапани закриваються, а поршень рухається вгору, зменшуючи об’єм камери згоряння. Підвищення тиску і температури створює умови для ефективного займання. У кінцевій точці стискання свічка запалювання генерує електричний розряд, який ініціює процес горіння [24]. Згоряння відбувається з великою швидкістю, утворюючи гази високої температури, що розширюються та переміщують поршень униз. Саме цей етап – робочий хід – забезпечує передачу енергії через шатун на колінчастий вал, формуючи крутний момент. Заключною фазою є випуск: відпрацьовані продукти згоряння виштовхуються через відкритий випускний клапан у систему нейтралізації та шумопоглинання. Після цього цикл повторюється.

Ефективність роботи бензинового АД підтримується узгодженою діяльністю допоміжних систем. Мастильна система мінімізує зношування деталей і сприяє тепловідведенню, система охолодження стабілізує температурний режим, а електронне керування забезпечує оптимізацію параметрів суміші та зниження токсичності вихлопу [25]. Характерними рисами такого АД є відносно висока частота обертання та плавність роботи, що позитивно впливає на динамічні характеристики автомобіля.

Дизельний АД працює за іншим принципом утворення та займання паливної суміші. На відміну від бензинового, на етапі впуску в циліндр

надходить лише чисте повітря. Далі відбувається його інтенсивне стискання зі значно більшим ступенем компресії. У результаті температура повітря піднімається до рівня, достатнього для самозаймання дизельного пального. У завершальній фазі стискання форсунка впорскує паливо під дуже високим тиском безпосередньо в камеру згоряння. Контакт із розігрітим повітрям спричиняє самозапалювання без використання свічки іскрового типу [26].

Подальший процес аналогічний за механічною схемою: гази, що утворилися під час згоряння, розширюються та переміщують поршень, забезпечуючи виконання корисної роботи, після чого відпрацьовані продукти виводяться з циліндра. Для полегшення холодного запуску дизельні агрегати оснащуються свічками розжарювання, які підігрівають повітря перед запуском, однак у штатному режимі вони не беруть участі в ініціюванні згоряння.

Порівнюючи обидва типи двигунів, слід зазначити, що дизельні установки зазвичай мають вищий коефіцієнт корисної дії та забезпечують значний крутний момент на малих обертах. Це пояснюється більшим ступенем стискання та особливостями процесу згоряння. Водночас бензинові АД характеризуються меншою масою, тихішою роботою та кращою здатністю працювати на високих обертах. Дизельні силові агрегати частіше використовуються у вантажному транспорті та техніці, де важливими є економічність і тягові можливості, тоді як бензинові двигуни поширені в легкових автомобілях завдяки своїй універсальності та комфортності експлуатації [27].

Таким чином, ДВЗ реалізує складний багатостадійний термодинамічний процес, у межах якого теплова енергія палива трансформується в механічну роботу через систему кривошипно-шатунного механізму. Різниця між бензиновими та дизельними модифікаціями полягає передусім у способі формування й займання суміші, що зумовлює відмінності в економічності, динаміці та сфері застосування кожного типу силового агрегату.

Також при розробці автоматизованої системи (АС) слід пам’ятати, що основна мета такої системи – є забезпечення безпеки водія шляхом не

допускання його саме до руху на ТЗ. В той же час, система повинна надавати доступ до інших функцій ТЗ, які наявні в автомобілі. До таких функцій відносяться освітлення салону та зовнішнє освітлення, робота пічки або кондиціонера, робота магнітоли в ТЗ, тощо. Тобто, необхідно передбачити можливість блокування лише процесу запуску ДВЗ.

Для розуміння функцій, які спрацьовують при першому повороті ключа запалювання і повинні бути доступні в системі без перевірки вмісту алкоголю у водія, була створена зведена таблиця функцій (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Робота інших функцій ТЗ на різних етапах запалювання

Функції систем в ТЗ	Положення ключа запалювання ТЗ			
	Ключ відсутній	Режим ACC	Увімкнено	Запуск
Пусковий соленоїд	-	-	-	+
Паливний соленоїдний клапан	-	-	+	+
Датчик рівня мастила	-	-	+	+
Склопідйомники	-	+	+	+
Магнітола	-	+	+	+
Освітлення	-	+	+	+

Робота системи пуску та запалювання автомобіля визначається положенням ключа в замку або режимом кнопки Start/Stop. Традиційно передбачено чотири основні стани: LOCK, ACC, ON та START (рис. 1.12). Кожен із них відповідає за активацію певних електричних кіл і виконавчих елементів, зокрема електронного блоку керування двигуном, паливного електромагнітного клапана та соленоїда стартера. Послідовність переходу між цими режимами забезпечує безпечний запуск, стабільну роботу та коректну зупинку двигуна.

У режимі LOCK автомобіль перебуває у повністю вимкненому стані. Основні споживачі електроенергії знеструмлені, система керування двигуном не отримує живлення, а кермовий механізм зазвичай механічно заблокований. Електромагніт стартера не активується, його силові контакти розімкнені, а паливний клапан закритий. У дизельних або карбюраторних системах це означає повне припинення подачі пального. Така конфігурація унеможливлює випадковий запуск і гарантує безпечне вимкнення силового агрегата.

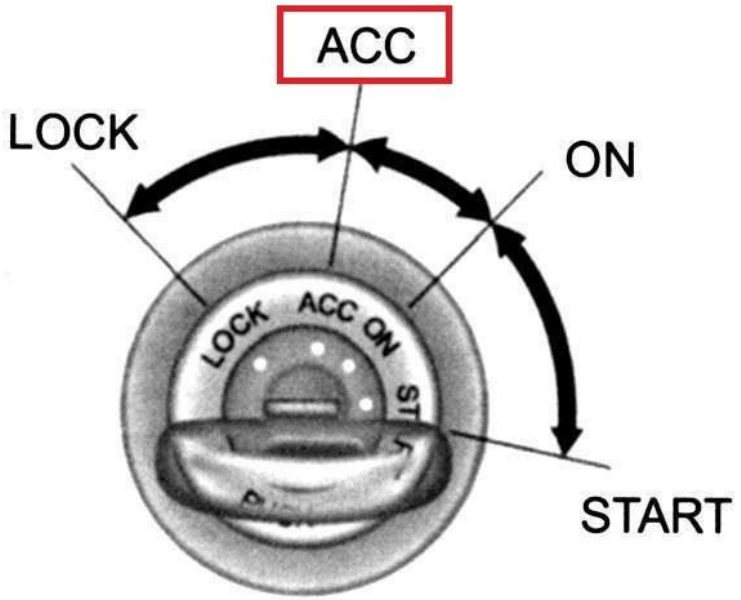


Рисунок 1.12 – Можливі положення ключа запалювання ТЗ

Положення ACC призначене для живлення допоміжного обладнання без увімкнення двигуна. У цьому режимі функціонують аудіосистема, мультимедійні пристрої, роз'єми живлення та інші споживачі комфорту. Водночас електроніка двигуна або залишається неактивною, або працює в черговому режимі без ініціації подачі пального. Стартер не отримує керуючого сигналу, а паливний електромагніт залишається закритим, оскільки повноцінний перехід у робочий режим ще не здійснено.

Після переведення ключа в положення ON відбувається активація основних систем автомобіля (рис. 1.13). Живлення подається на електронний

блок керування, який ініціює самодіагностику, опитування датчиків і підготовку виконавчих механізмів. Вмикається реле паливного насоса (у бензинових інжекторних двигунах) для створення необхідного тиску в паливній рампі. Електромагнітний паливний клапан відкривається, забезпечуючи можливість надходження пального. Проте коло керування стартером залишається розімкненим, тому механічне прокручування двигуна ще не розпочинається [28].

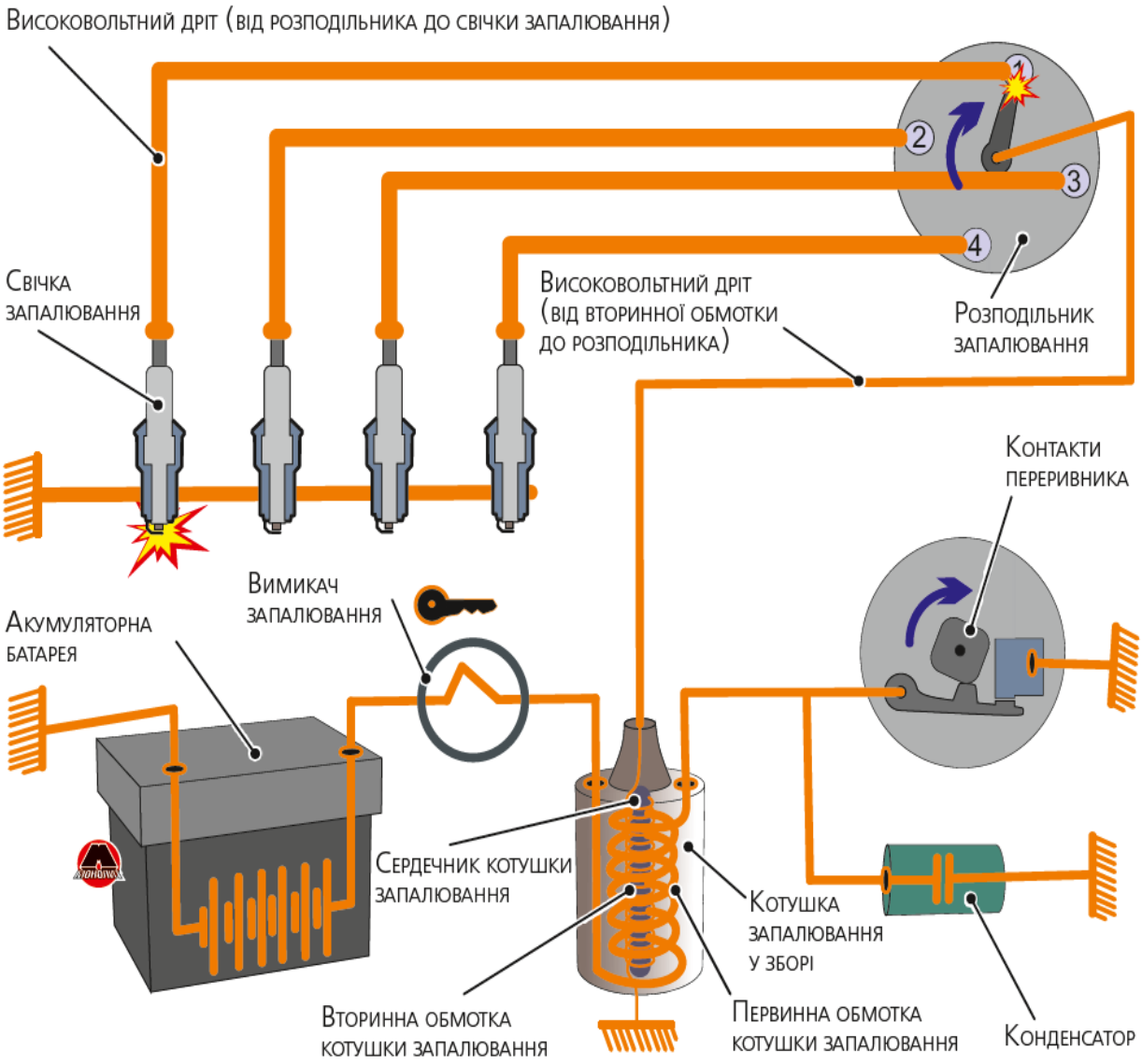


Рисунок 1.13 – Контактна система запалювання ТЗ

Найбільш навантаженим режимом є START, під час якого безпосередньо відбувається запуск двигуна. У цей момент на керуючий контакт пускового

соленоїда подається напруга від акумуляторної батареї. Усередині соленоїда формується магнітне поле, яке переміщує рухомий елемент і виконує дві функції: вводить шестерню стартера в зачеплення з маховиком та одночасно замикає силові контакти високого струму. Через них живлення надходить до електродвигуна стартера, який починає обертати колінчастий вал. Струм у цьому режимі може досягати кількох сотень ампер.

Паралельно з механічним прокручуванням забезпечується подача палива. Паливний клапан залишається відкритим, а блок керування синхронізує впорскування та, у випадку бензинового двигуна, подачу іскри відповідно до сигналів датчика положення колінчастого вала. Для дизельних систем відкриття клапана є критично необхідним, оскільки без нього паливо не надходитиме до форсунок. Таким чином, під час пуску одночасно функціонують електромагнітні вузли, що відповідають як за обертання двигуна, так і за формування робочого процесу згоряння.

Після того як двигун починає працювати самостійно, водій відпускає ключ, і він повертається в положення ON. Керуюча напруга з соленоїда стартера знімається, магнітне поле зникає, контакти розмикаються, а шестерня виходить із зачеплення з маховиком. Стартер відключається від акумулятора, запобігаючи його пошкодженню. Водночас паливний клапан продовжує перебувати у відкритому стані, оскільки двигун функціонує в штатному режимі.

При остаточному вимкненні запалювання живлення з електронного блоку керування та паливного клапана припиняється. Клапан закривається, подача пального зупиняється, і двигун глухне. У дизельних агрегатах саме цей процес є основним способом зупинки. Стартер і його соленоїд знову переходять у повністю знеструмлений стан. Отже, система запалювання та пуску являє собою сукупність керованих електромагнітних елементів, узгоджена робота яких забезпечує безпечний запуск, стабільне функціонування та коректне вимкнення двигуна залежно від вибраного режиму.

1.4 Висновки до першого розділу

В першому розділі виконано огляд та аналіз інсуючих автоматизованих систем в транспортних засобах. Виконано аналіз статистичних даних щодо кількості зафіксованих водіїв у нетверезому стані в Україні в період з 2022 по 2025 рік та проаналізовано ДТП, спричинені такими водіями. За результатами аналізу встановлено, що спостерігається тенденція до зростання кількості водіїв, які кермують ТЗ в неналежному фізіологічному стані, що підкреслює актуальність роботи щодо запровадження автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв ТЗ. Також виконано огляд та аналіз автоматизованих систем, що використовуються в ТЗ.

Для кращого розуміння функціональних можливостей, які повинна виконувати автоматизована система виявлення алкоголю у водіїв ТЗ, було наведено опис технологічного процесу запуску ТЗ. В результаті було встановлено, що АС повинна надавати доступ до додаткових функцій ТЗ, таких як магнітола, кондиціонер, склопідйомник, тощо, але доступ до запалювання ДВЗ у ТЗ повинен бути заблокований.

2 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАНУ АЛКОГОЛЬНОГО СП'ЯНІННЯ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

2.1 Побудова загальної схеми обладнання та вибір мікроконтролера

Завданнями розробки автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв ТЗ є:

– запобігання кермуванням ТЗ, якщо у водія наявний алкоголь в організмі;

– надання доступу до додаткових функцій ТЗ, таких як магнітола, склопідйомники, тощо;

– забезпечення АС безпеки для ТЗ.

Для реалізації автоматизованої системи виявлення алкоголю (АСВА) у водіїв ТЗ необхідно виконати підбір обладнання, які будуть виконувати свої функції та виступати складовими системи.

Вибір технічних засобів для створення автоматизованої системи починається з формування чітких вимог до її функціонування. Насамперед аналізуються параметри технологічного процесу, які необхідно контролювати або регулювати: температурні режими, тиск, швидкісні показники, координати переміщення, концентрації середовищ та інші величини. Окремо визначаються допустимі похибки вимірювань, вимоги до швидкості реагування, робочі діапазони та специфіка середовища експлуатації. З огляду на ці критерії здійснюється добір сенсорів, виконавчих пристроїв, контролерів і засобів комунікації. При цьому важливо, щоб технічні характеристики обладнання відповідали реальним умовам використання, наприклад, забезпечували стійкість до механічних навантажень, впливу вологи, пилу, температурних коливань або електромагнітних перешкод [29].

Наступним визначальним чинником є узгодженість усіх складових системи між собою. Компоненти мають підтримувати сумісні інтерфейси обміну даними (зокрема Modbus, CAN, Profibus, Ethernet/IP тощо), працювати з однаковими

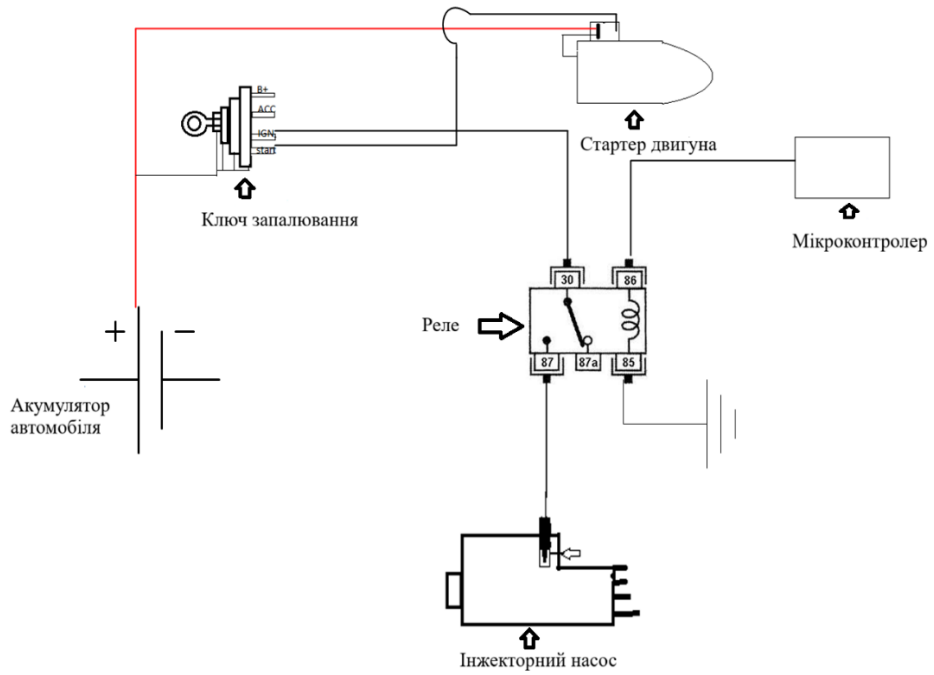
типами сигналів і відповідати обраній структурі керування. Важливим аспектом є можливість подальшого розширення системи без її повної модернізації, а також впровадження резервування для критично важливих елементів. Окремо розглядаються питання інформаційної безпеки та захисту від несанкціонованого доступу. Не менш значущими є простота налаштування, наявність якісної технічної документації, підтримка виробника та сумісність із програмними засобами розробки й обслуговування [30].

Крім технічних параметрів, суттєве значення має економічний фактор та довготривала надійність експлуатації. Обладнання оцінюється з точки зору витрат на придбання, монтаж, технічне обслуговування та споживання енергії. Перевага надається рішенням, які мають тривалий ресурс роботи та позитивний досвід застосування в подібних умовах, особливо якщо система виконує функції, пов’язані з підвищеними вимогами безпеки [31]. Додатково враховується відповідність чинним стандартам і нормативним документам (IEC, ISO, ДСТУ та ін.), що регламентують якість, електробезпеку та надійність автоматизованих комплексів у відповідній галузі [32].

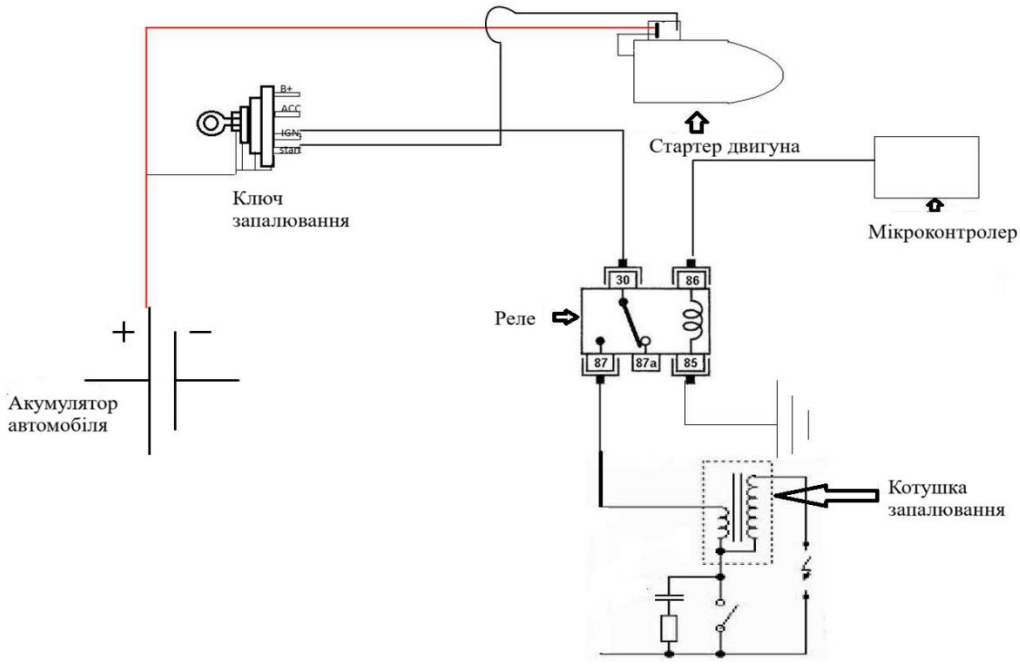
Незалежно від того, який привід використовується в ТЗ, процес керування системою запалювання застосовується до обох видів ДВЗ однаково. Це передбачається шляхом вибору відповідного мікроконтролера. У випадку із ТЗ на дизельному ДВЗ необхідно передбачити керування електромагнітним клапаном (рисунок 2.1), який контролює подачу палива до АД. Реле буде вмикатись відповідно до рішення, прийнятого мікроконтролером відносно кількості алкоголю у водія ТЗ. Схожий підхід буде використаний для ТЗ на бензиновому ДВЗ.

Була розроблена структурна схема для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв ТЗ (рисунок 2.2). Структурна схема передбачає використання мікроконтролера в якості головного елементу керування, який буде зчитувати інформацію з датчиків. Результати отриманої інформації будуть аналізуватись та

показані на екрані. У випадку перевищення порогових значень системи буде сповіщати водія звуковим сигналом, а за блокування АД відповідатиме реле.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Принцип підключення мікроконтролера до ТЗ

а – дизельний двигун; б – бензиновий двигун

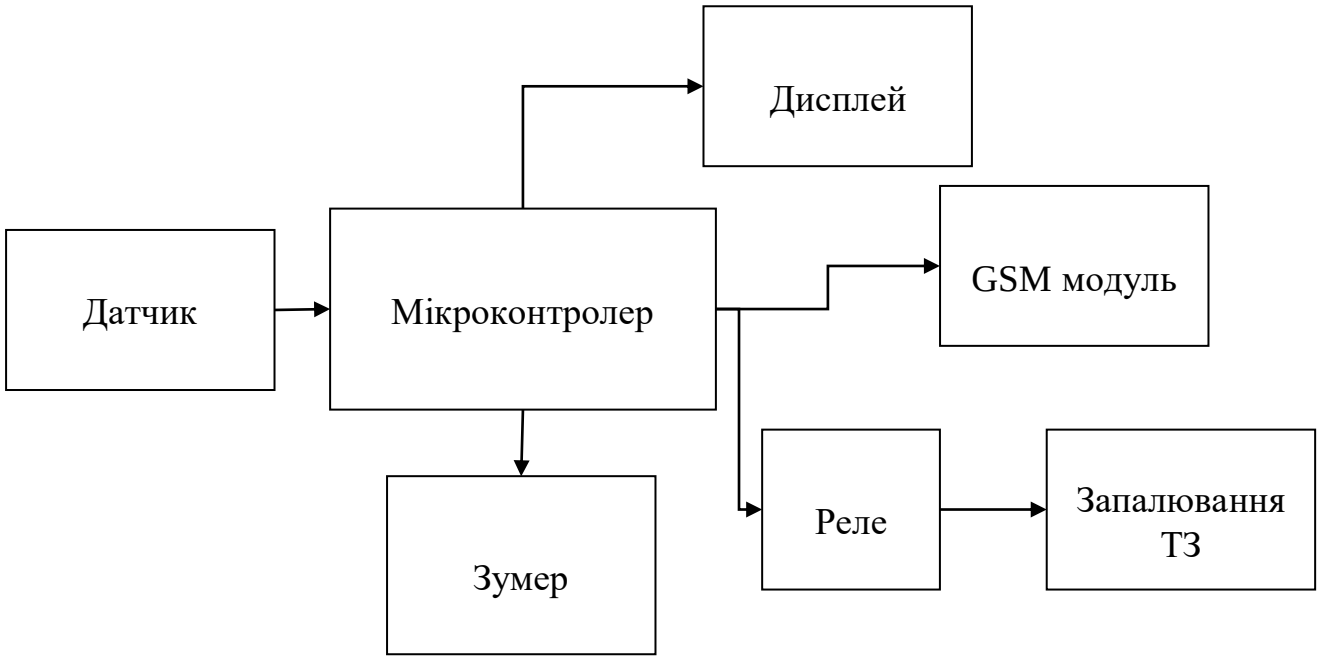


Рисунок 2.2 – Структурна схема АСВА

Мікроконтролери використовуються для організації керування електронними системами та різноманітними технологічними процесами шляхом приймання, обробки та аналізу вхідних сигналів із подальшим формуванням відповідних керуючих команд. Конструктивно вони є інтегрованими мікросистемами, що поєднують у межах одного кристала центральне процесорне ядро, оперативну й постійну пам’ять, а також набір периферійних модулів – таймери, аналого-цифрові перетворювачі, інтерфейси зв’язку, порти введення/виведення тощо. Завдяки такій архітектурі мікроконтролери здатні здійснювати збір інформації від сенсорів, виконувати алгоритмічну обробку даних, реалізовувати логічні функції та керувати виконавчими пристроями в режимі реального часу, що робить їх ключовими компонентами автоматизованих систем [33].

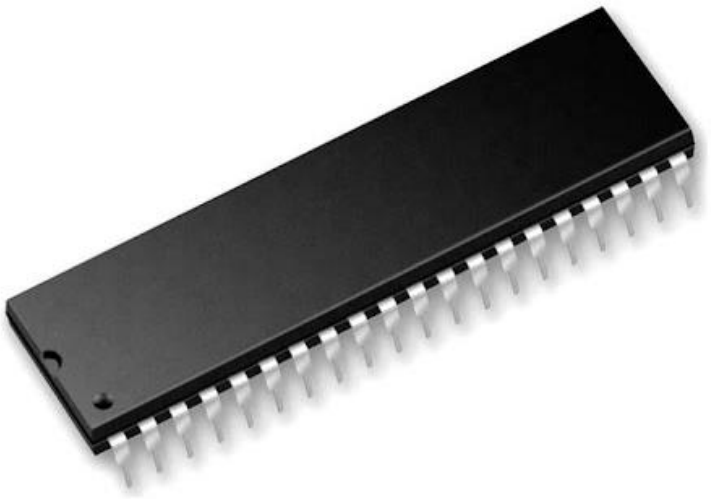
У складі системи контролю наявності алкоголю в організмі водія мікроконтролер виступає центральною ланкою обробки та прийняття рішень. Він приймає сигнали від датчиків концентрації парів алкоголю (зокрема

напівпровідникових або електрохімічних газових сенсорів), перетворює їх у цифрову форму та порівнює з наперед заданими пороговими значеннями. На основі отриманих результатів формується висновок щодо допустимості запуску двигуна. Якщо зафіксована концентрація перевищує встановлену межу, мікроконтролер подає сигнал на керуюче реле або інший виконавчий елемент, який розриває електричний ланцюг системи запалювання чи стартера, унеможливлюючи пуск двигуна [34]. Окрім цього, він може забезпечувати світлову або звукову індикацію, реєстрацію подій у внутрішній пам’яті та передавання даних до інших електронних модулів автомобіля чи систем диспетчерського контролю.

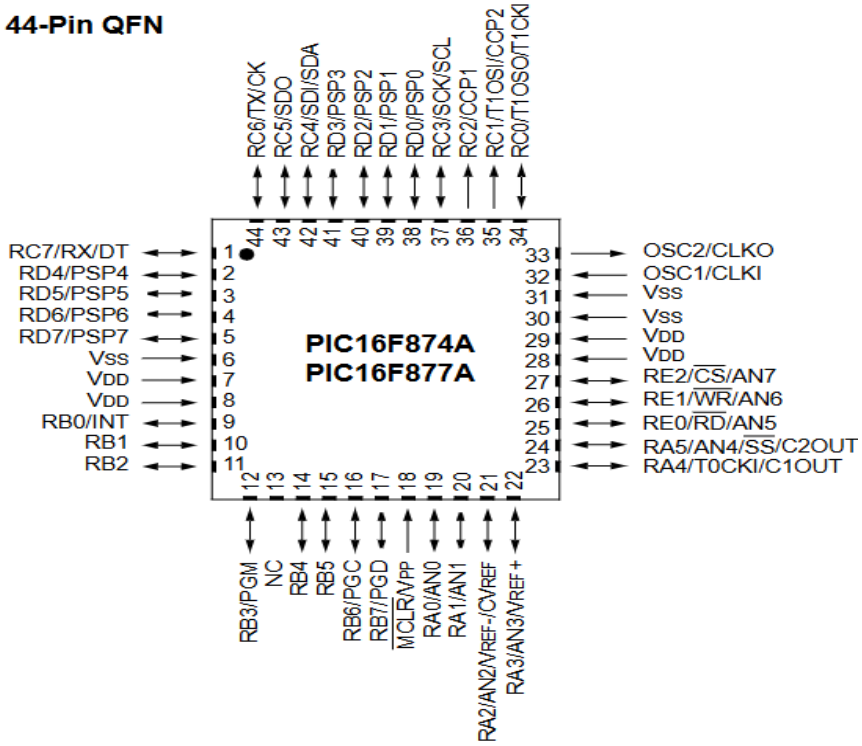
В якості мікроконтролера для АСВА було обрано модель PIC16F877A (рис. 2.3). Цей мікроконтролер виконаний в корпусі 40 pin і має 15 переривань, 5 портів вводу/виводу, паралельний порт, 3 таймери та 8 A/D входів. Характеристики мікроконтролера моделі PIC16F877A наведені в таблиці 2.1 [35].

Таблиця 2.1 – Характеристики мікроконтролера моделі PIC16F877A [35]

Характеристика	Значення
Швидкість	20
Частота, МГц	20
Об’єм, біт	8
Тип	PIC DIP
Пам’ять EERPOM Data Memory Flash	 256 368 Б 8К
Напруга живлення, В	4 – 5,5
Інтерфейс	PSP< USART, MSSP
Порти	A, B, C, D, E



а)



б)

Рисунок 2.3 – Мікроконтролер PIC16F877A

а – зовнішній вигляд; б – входи/виходи

Мікроконтролери PIC використовують логіку TTL, тому потребують добре регульованого джерела живлення 5 В (рис. 2.4). Однак напруга живлення може

коливатися в діапазоні від 3,5 В до 5,5 В. Ці мікроконтролери потребують дуже малої кількості струму. Логічні рівні також однакові: сигнал від 0 до приблизно 2 В вважається логічним «0», а сигнал від 3,5 В до 4,5 В вважається логічним «1». Для зв'язку з пристроями, що використовують вищі логічні напруги, слід розглянути можливість перетворення рівнів.

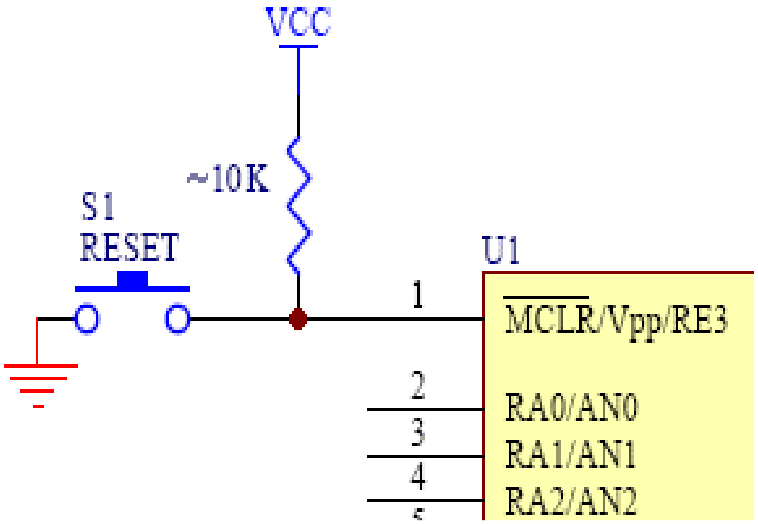


Рисунок 2.4 – Схема живлення мікроконтролера PIC16F877A

На кожному мікроконтролері PIC наявна позначка MCLR. Цей контакт підключений до заземлення, відповідає за скидання мікроконтролера та утримує його у такому стані поки відбувається відключення заземлення. Після цього мікроконтролер виконує скидання своєї оперативної пам’яті, в подальшому виконується програма [36].

Зазвичай до контакту підключається підтягуючий резистор 10K, щоб підтримувати високий рівень, коли перемикач скидання відключений. Цей же контакт також працює як контакт режиму програми. Коли нове програмне забезпечення потрібно завантажити в мікрочіп, до контакту MCLR підключається напруга близько 12 В за допомогою вашого програмувального пристрою. Це можна зробити прямо у схемі або витягнувши IC зі схеми і встановивши його в роз'єм IC на програматорі [37].

2.2 Датчик виявлення алкоголю

Датчики контролю вмісту алкоголю сьогодні активно застосовуються як у технічних системах, так і в соціально важливих сферах. Передусім вони використовуються правоохоронними органами для перевірки водіїв на дорогах. Саме такі сенсори лежать в основі портативних алкотестерів, які застосовуються під час патрулювання та профілактичних рейдів [38]. Окрім цього, пристрої контролю тверезості впроваджуються на підприємствах із підвищеною небезпекою – у сфері перевезень, на залізничному транспорті, в енергетиці та гірничій промисловості – для обов'язкової перевірки працівників перед допуском до виконання службових обов'язків.

Вагоме значення такі сенсори мають і в медичній галузі. У лікарнях їх використовують для визначення стану пацієнтів, які надходять до приймальних відділень, зокрема у випадках підозри на алкогольну інтоксикацію. У наркологічній практиці вони допомагають контролювати дотримання режиму лікування та утримання від вживання алкоголю. Паралельно розвивається сегмент персональних пристроїв – компактних алкотестерів для індивідуального користування, що дають змогу людині самостійно перевірити свій стан перед поїздкою.

У транспортній сфері датчики алкоголю інтегруються до складу спеціалізованих блокувальних систем типу «alcolock» або «ignition interlock». Такі комплекси унеможливлюють запуск двигуна, якщо зафіксовано перевищення допустимого рівня алкоголю у видиху водія. Подібні рішення застосовують у службових автопарках, громадському транспорті, а також у межах програм контролю осіб, які раніше були притягнуті до відповідальності за керування в нетверезому стані [39]. У результаті ці сенсори стають складовою ширших систем безпеки дорожнього руху.

За принципом дії найбільш поширеними є три типи сенсорів: напівпровідникові, електрохімічні та інфрачервоні. Напівпровідникові (MOS) елементи змінюють свій електричний опір залежно від концентрації парів

етанолу в повітрі. Вони відзначаються доступністю та простотою реалізації, однак можуть реагувати і на інші леткі речовини. Електрохімічні датчики працюють на основі реакції окиснення етанолу на електродах, що забезпечує вищу точність і кращу вибірковість вимірювання. Інфрачервоні (NDIR) аналізатори визначають концентрацію алкоголю за ступенем поглинання інфрачервоного випромінювання молекулами спирту та зазвичай використовуються у професійному обладнанні [40].

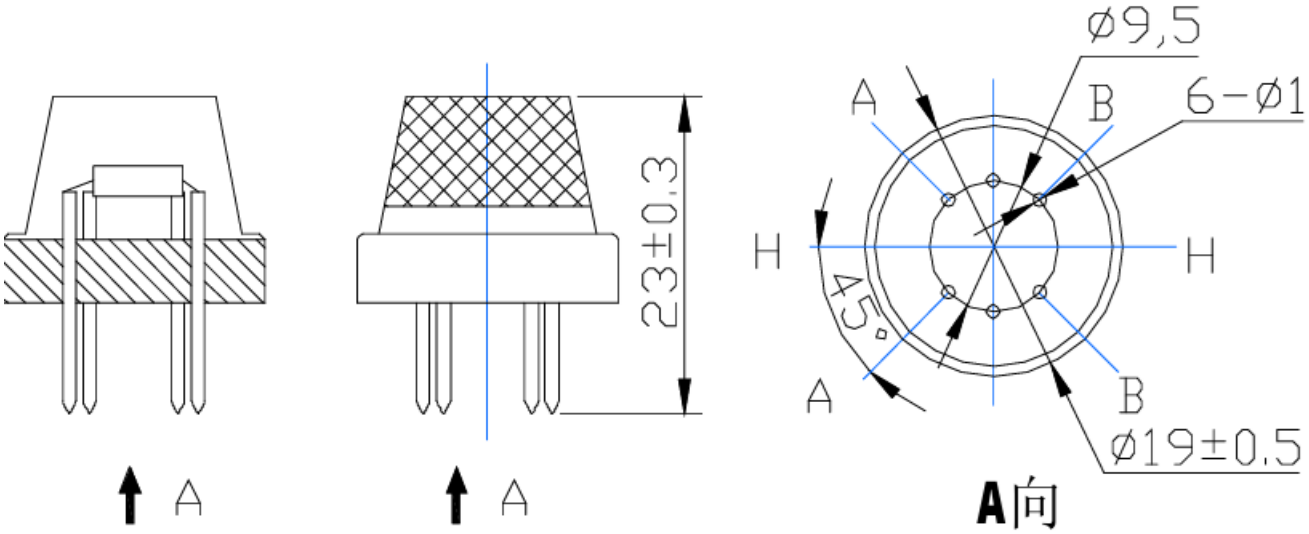
Ключовим компонентом автоматизованої системи контролю тверезості водія є саме сенсор концентрації алкоголю у видихуваному повітрі, оскільки він безпосередньо вимірює показник, що пов'язаний із рівнем алкоголю в крові. Такий підхід є неінвазивним, швидким і придатним для багаторазового застосування. Дані із сенсора передаються до мікроконтролера, який аналізує їх та формує рішення щодо дозволу або заборони запуску двигуна. Від точності, стабільності та швидкодії цього елемента залежить надійність функціонування всієї системи та ефективність запобігання керуванню транспортним засобом у стані сп'яніння.

Для виявлення алкоголю у водія в АСВА передбачається використання датчику моделі MQ-3 (рис. 2.5). Такий датчик використовується не лише для виявлення алкоголю, але й для виміру його вмісту. В якості чутливого елементу в датчику використовується SnO_2, який виконує роль ізолятору [41].

Коли молекула алкоголю потрапляє на SnO_2, в датчику відбувається зменшення опору, в результаті чого збільшується струм, який проходить через цей елемент. Напруга живлення датчика становить 5 В, діапазон вимірювань лежить в межах від 0,05 мг/л до 10 мг/л, а струм – 150 мА.

Чутливість спрацювання датчика напряму залежить від виду газу, на який він налаштований. На рисунку 2.6 показано типові значення чутливості датчику для деяких видів газу, наприклад, на випари бензину, алкоголь, газ пропан, тощо. Характеристики датчика моделі MQ-3 наведені у таблиці 2.2.

а)



б)

Рисунок 2.5 – Датчик виявлення алкоголю MQ-3

а – зовнішній вигляд; б – кресленик

Слід відзначити, що точність датчику MQ-3 залежить від умов навколишнього середовища. Як видно з рисунку 2.7, при збільшенні температури навколишнього середовища, зменшується його чутливість.

Цей недолік не є вагомим для використання датчику в АСВА, оскільки в загальному всередині салону ТЗ водій намагається утримувати комфортну температуру, яка коливається в межах від 10 до 20 °С.

Таблиця 2.2 – Характеристики датчика моделі MQ-3

Характеристика	Значення
Час стабілізації датчика, с	15-20
Рекомендована температура навколишнього середовища, °С	25
Діапазон вихідної напруги, В	0 – 4,75
Опір, кОм	100
Діапазон вимірювань, мг/л	0,05 – 10
Струм, мА	150
Напруга живлення, В	5

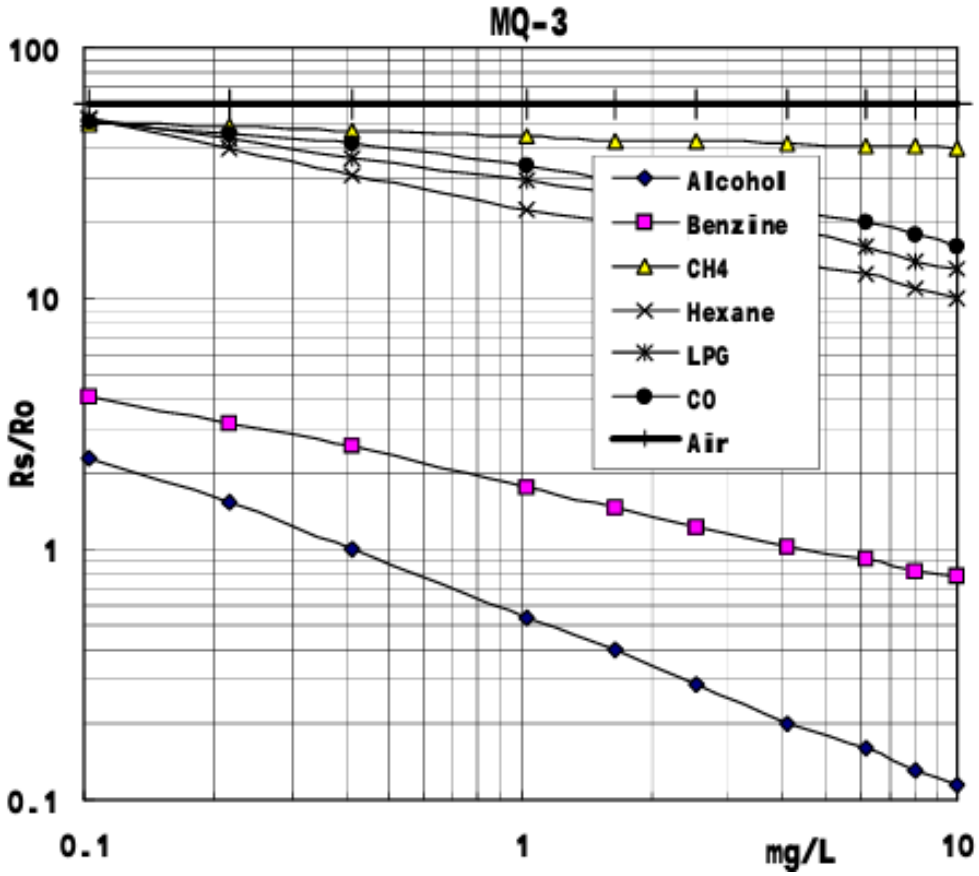


Рисунок 2.6 – Характеристики чутливості датчику MQ-3 на різні речовини

Датчик MQ-3 потребує два джерела живлення (рис. 2.8), а саме тестове живлення (VC) та живлення нагрівання (VH). VC живлення передбачається

власне для усунення недоліку, показаного на рисунку 2.7, оскільки на нього подається живлення для підтримки робочої температури в датчику. Для живлення VC та VH допускається використання одного джерела живлення постійного струму.

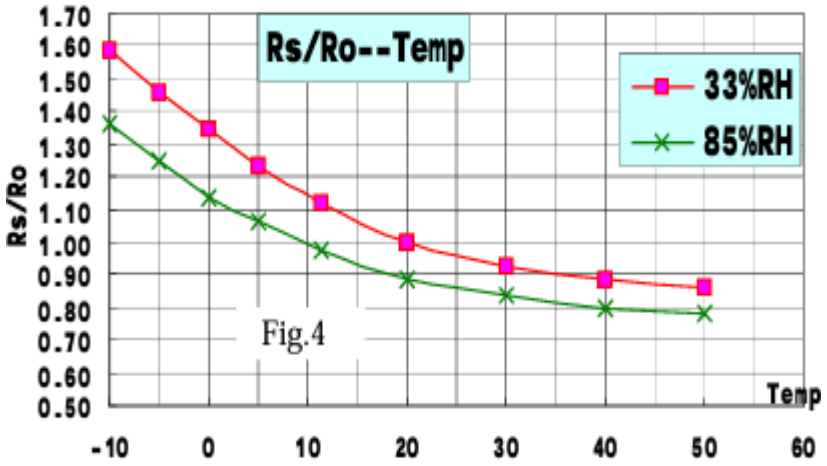


Рисунок 2.7 – Залежність точності датчику від умов навколишнього середовища

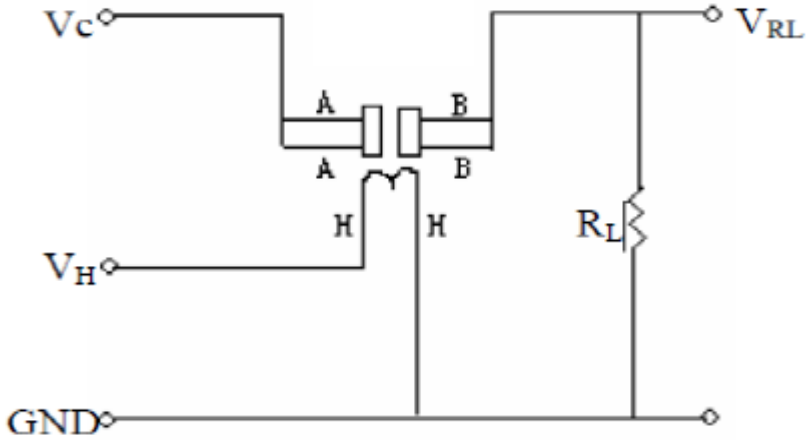


Рисунок 2.8 – Виходи датчика MQ-3

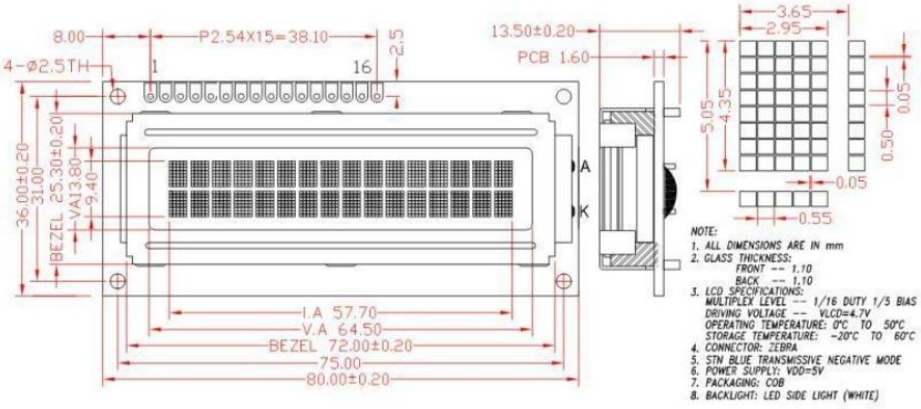
Такі датчики використовуються для визначення рівня інтоксикації осіб різними випаровуваннями, наприклад, при отруєнні парами бензину, чи для вимірювання кількості алкоголю. При використанні датчика з метою виявлення

кількості прийнятого алкоголю таке тестування вважається неінвазійним методом, на відміну від забору крові.

2.3 GSM модуль та інше додаткове обладнання

Для відображення інформації, зчитаної з датчика після відбору проби дихання у водія ТЗ, в АСВА необхідно передбачити дисплей. Оскільки на дисплеї буде відображатись лише інформація щодо кількості алкоголю в диханні, зчитана за допомогою датчика MQ-3, достатньо буде дисплею моделі LCD 1602 (рис. 2.9) [42]. Характеристики дисплею наведені у таблиці 2.3.

а)



б)

Рисунок 2.9 – LCD символьний дисплей 1602

а – зовнішній вигляд; б – розміри

Таблиця 2.3 – Характеристики дисплею 1602

Характеристика	Значення
Формат	16 x 2
Живлення, В	5
Робоча температура, °С	0 – 50
Розміри, мм	80 x 36
Видима область, мм	64,5 x 13,8
Розмір символу, мм	4,35 x 2,95
Інтерфейс	HD44780
Розміри точки, мм	0,5 x 0,5
Колір символів	білий
Підсвітка	Блакитна

Для сповіщення водія в рамках роботи АСВА необхідно передбачити подачу звукового сигналу у тих випадках, коли рівень алкоголю перевищує нормовані значення, або коли необхідно через певний час виконати повторну перевірку. Для цього в АСВА використовується модуль звуку (рис. 2.10) моделі FC-07, характеристики якого наведені у таблиці 2.4 [43].

Таблиця 2.4 – Характеристики модулю звуку моделі FC-07

Характеристика	Значення
Вага, г	6
Напруга живлення, В	3,3 – 5
Розміри, мм	33 x 13 x 12
Тип зумера	Пасивний

Цей модуль звуку використовується для забезпечення подачі звукової сигналізації. Для використання модулю звуку необхідно підключити до нього живлення та сигнал керування. Звук, який створюється модулем звуку, схожий

на той, що утворюється в системному блоці комп'ютеру при його запуску. Керування роботою модуля звуку виконується мікроконтролером за допомогою програм і відповідної бібліотеки, яка має назву Tone. Живлення може виконуватись або від загального джерела живлення системи, або від мікроконтролера.

Рисунок 2.10 – Модуль звуку моделі FC-07

В АСВА при спробі запустити двигун автомобіля передбачається не тільки зчитування даних про кількість алкоголю в диханні у водія, але й сповіщення водія про конкретні значення. Для цього в АСВА передбачається використання світлодіодного триколірного модулю типу світлофор (рис. 2.11). Характеристики такого модулю наведені у таблиці 2.5 [44]. Модуль керується мікроконтролером через ШІМ входи або ж через цифрові входи, завдяки чому можна виконати налаштування відображення кольорів та їх яскравості.

Зелений колір сповіщує про відсутність алкоголю у водія, жовтий – про наявність дози алкоголю, яка не перевищує дозволену норму у 0,2 проміле, а червоний – перевищення значень алкоголю більше ніж 0,2 проміле.

Рисунок 2.11 – Світлодіодний триколірний модуль типу світлофор

Таблиця 2.5 – Характеристики світлодіодного триколірного модулю

Характеристика	Значення
Споживаний струм, мА	До 20
Робоча напруга, В	3,3 – 5
Тип світлодіодів	RGB
Керування	ШІМ сигнал або цифрове

Також в АСВА передбачено використання GSM модулю. Оскільки відповідно до Законодавства в Україні керування ТЗ дозволяється за умови наявності лише технічного паспорту ТЗ, то власник автомобіля може надати комусь своє авто у користування. Якщо за кермо його авто спробує сісти людина у стані алкогольного сп’яніння, модуль сповістить про це власника ТЗ.

Крім того, може статися ситуація, коли автомобіль був заведений людиною у нормальному фізіологічному стані, після чого за кермо сів інший водій у нетверезому стані та використовує ТЗ в обхід роботи АСВА. Для вилучення таких випадків в АСВА передбачена повторна перевірка через певний період часу. Якщо перевірка не буде пройдена і за кермом виявиться водій у нетверезому стані, то система не зможе заблокувати напряму роботу

автомобільного двигуна. Але може виконати оповіщення Патрульної Поліції та власника ТЗ стосовно фізіологічного стану водія.

Для виконання вищезазначених оповіщень в системі передбачається використання GSM GPRS модулю SIM900 (рисунок 2.12), характеристики якого наведені в таблиці 2.6 [45].

Рисунок 2.12 – GSM GPRS модуль SIM 900

Цей модуль являє собою плату розширення, призначену для організації дистанційного керування об’єктами або передавання даних на значні відстані. Він орієнтований на використання з контролерами платформи Arduino та забезпечує роботу з мобільними мережами стандартів GSM і GPRS, а також підтримує обмін SMS-повідомленнями та голосовий зв’язок.

Взаємодія з мікроконтролером здійснюється через набір стандартних AT-команд, а також розширених команд виробника SIMCom. Передбачена можливість програмного керування живленням модуля – його увімкнення, вимкнення та перезавантаження. Повнорозмірна версія плати містить повний

набір апаратних компонентів, необхідних для роботи: слот для SIM-карти, аудіороз’єм для підключення гарнітури (навушників із мікрофоном) та інші допоміжні елементи. За умови якісного покриття мобільної мережі модуль здатний стабільно приймати сигнал навіть без зовнішньої антени, хоча її використання підвищує надійність зв’язку.

Таблиця 2.5 – Характеристики GSM модулю моделі SIM 900

Характеристика	Значення
Вага, г	46
Розміри, мм	86 x 58 x 19
Живлення, В	5
Робочі частоти, МГц	850, 900, 1800, 1900
Підтримка протоколів	UDP, TCP
Кількість виводів ШІМ GPIO АЦП	 2 12 1
Діапазон робочих температур, °С	-40…+85
Енергоспоживання, мА	Від 1,5

Для практичного застосування на основі модуля формується макет пристрою: подається відповідна напруга живлення, плата під’єднується до контролера, встановлюється SIM-карта та, за потреби, антена. За допомогою джамперів визначається спосіб обміну даними між модулем і контролером – через апаратний або програмний послідовний інтерфейс. Додатково можна підключити мікрофон чи динамік для реалізації голосових функцій. Також передбачене місце для резервної батареї, що живить вбудований годинник реального часу.

Перед початком роботи необхідно завантажити до плати розробника відповідні програмні бібліотеки, які забезпечують коректну взаємодію з GSM/GPRS-модулем, або реалізувати обмін командами безпосередньо через AT-інтерфейс. Після програмної підготовки система готова до експлуатації. Модуль сумісний із платами Arduino аналогічного форм-фактора, що спрощує інтеграцію без додаткових апаратних змін.

На платі розміщено два джампери для вибору режиму роботи, а також дві кнопки керування. Одна відповідає за перемикання джерела живлення (зовнішнє або від плати контролера), інша – за увімкнення та вимкнення самого модуля. Для індикації стану передбачено два світлодіоди – червоного та зеленого кольорів, які сигналізують про живлення та активність пристрою.

Останній елемент, який необхідно передбачити в АСВА – це перетворювач напруги. Оскільки автомобільний акумулятор має напругу 12 В [45], а підібране обладнання передбачає використання напруги від 3,3 до 5 В, то в системі необхідно використати перетворювач напруги з 12 на 5 В.

Для цих цілей було обрано перетворювач напруги 12 В до 5 В, який показано на рисунку 2.13, а характеристики наведені у таблиці 2.6 [46]. Електрична схема перетворення напруги наведена на рисунку 2.14.

Рисунок 2.13 – Перетворювач напруги 12 – 5 В

Таблиця 2.6 – Характеристики перетворювача напруги 12 – 5 В

Характеристика	Значення
Вага, г	5
Вихідна напруга, В	3,3 – 5
Розміри, мм	35 x 30 x 15
Вхідна напруга, В	12 В
Максимальний струм навантаження, мА	800
Похибка напруги, В	0,05
Кількість входів	1

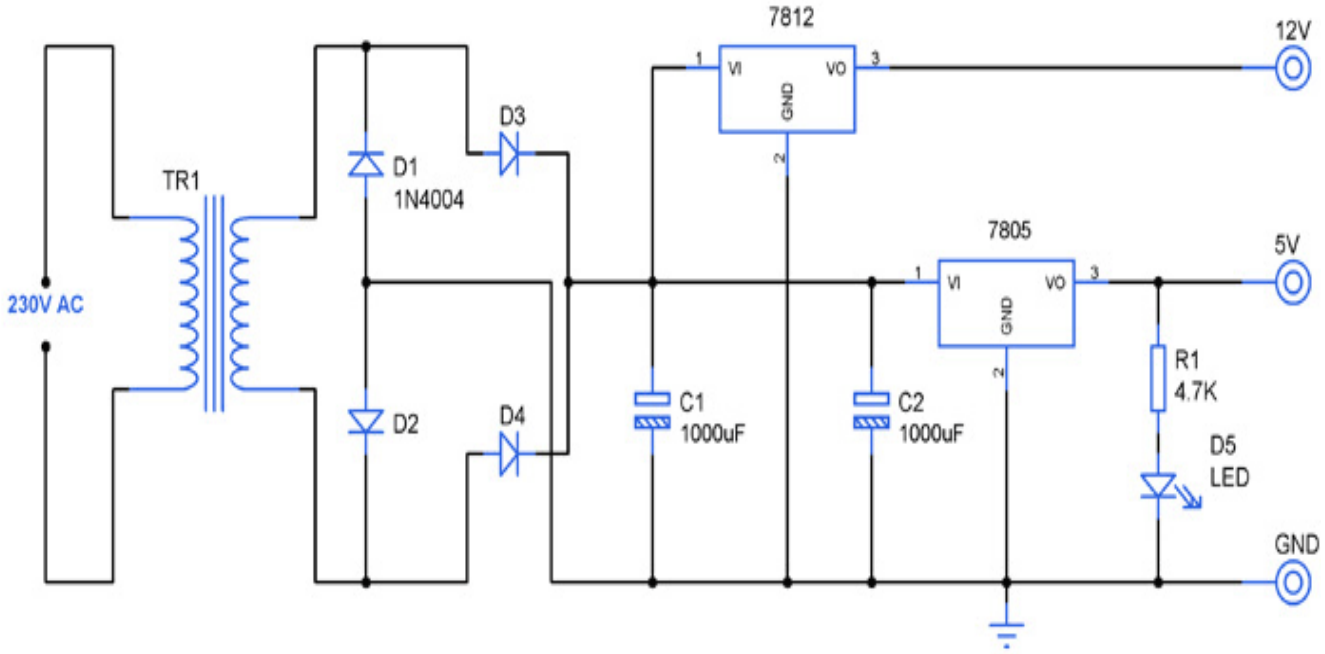
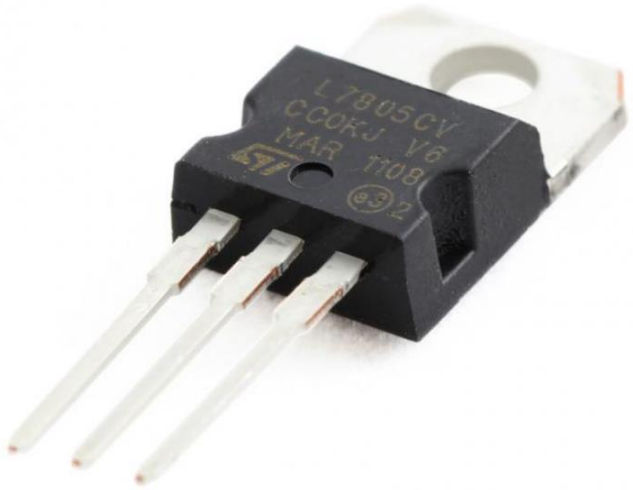


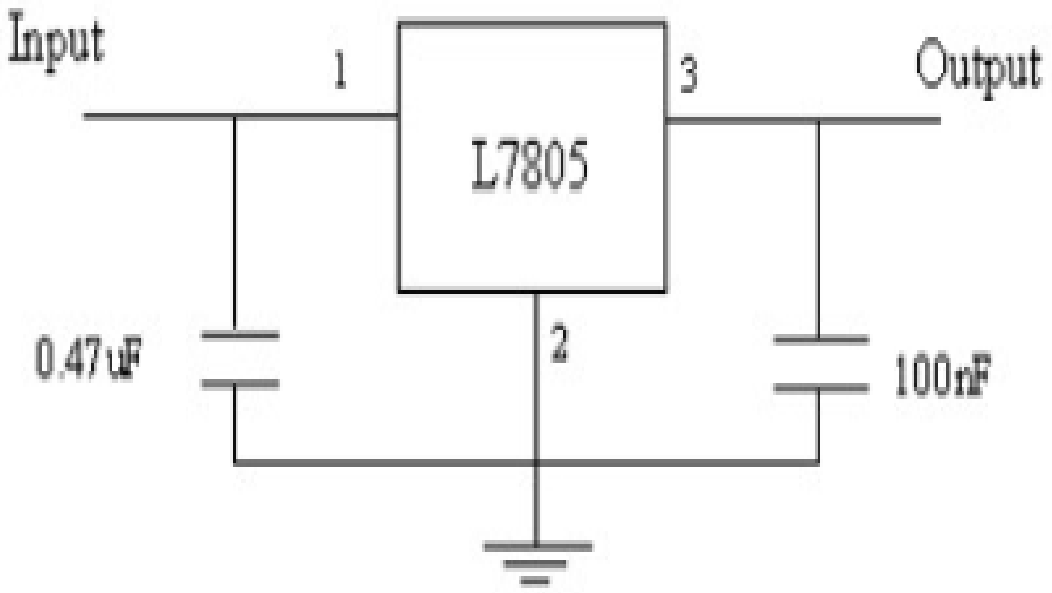
Рисунок 2.14 – Схема перетворення напруги з 12 В на 5 В

Для стабілізації напруги в АСВА передбачається використання стабілізатора напруги моделі LM7805 (рис. 2.15), який виконаний у корпусі TO-220. Характеристики стабілізатора напруги моделі LM7805 наведені в таблиці 2.7 [47]. Ця модель представляє собою класичний параметричний стабілізатор напруги 5 В, який буде незамінний у будь-якій системі, де важливий мінімальний рівень шумів напруги живлення та стабільність напруги. Для

стабільності роботи стабілізатора в АСВА також необхідно передбачити керамічний конденсатор (рис. 2.16, а) [48] на вході, ємність якого становить від 0,1 до 0,33 мкФ, а також електролітичний стабілізатор (рис. 2.16, б) [49] на виході із такою ж ємністю.



а)



б)

Рисунок 2.15 – Стабілізатор напруги моделі LM7805

а – зовнішній вигляд; б – електрична схема

Таблиця 2.7 – Характеристики стабілізатора напруги моделі LM7805

Характеристика	Значення
Максимальний вихідний струм, А	1
Вихідна напруга, В	5
Вхідна напруга, В	7,5 - 25

а)

б)

Рисунок 2.16 – Конденсатори в АСВА

а – керамічний; б − електролітичний

2.4 Висновки до другого розділу

В другому розділі було виконано підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів. Компонентами такої системи є мікроконтролер PIC16F877A, датчик алкоголю MQ-3, модуль звуку моделі FC-07, триколірний світлодіодний модуль, дисплей 16x2, GSM модуль моделі SIM900.

Також в розділі наведені технічні характеристики підібраного обладнання. Оскільки GSM модуль SIM900 призначений в першу чергу для його використання з мікроконтролером Arduino, а в АСВА передбачено використання мікроконтролера PIC16F877A, то також було розроблено програмний код програми керування та підключення GSM модулю SIM900, який наведено в додатках.

Крім того, в розділі подано розроблену схемі підключення АСВА до автомобільного двигуна в залежності від виду двигуна та палива, яке він споживає. Тобто, розроблено схему підключення до бензинового та дизельного двигуна транспортного засобу.

3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАНУ АЛКОГОЛЬНОГО СП’ЯНІННЯ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

3.1 Принцип роботи автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів

Ключовим компонентом АСВА, який отримує дані та передає їх на обробку мікроконтролером, є датчик алкоголю MQ-3. При виявленні алкоголю у водія слід відзначити, що концентрація алкоголю в крові (BAC) та концентрація алкоголю в диханні (BrAC) може відрізнятись. Медичне визначення для людини полягає в тому, що 1 г алкоголю в 1 літрі крові відповідає 1 г алкоголю в 2100 літрах видихуваного повітря, що дорівнює 0,476 мг/л повітря. Концентрація алкоголю в крові визначається як відсоток алкоголю в грамах у 100 мл крові. Отже, 0,08% BAC − це 80 мг алкоголю в 100 мл крові.

Різні країни мають різні встановлені норми, що регулюють споживання алкоголю водіями. В Україні максимально допустима норма алкоголю в крові водія становить 0,2 проміле, яке відповідає приблизно 0,2 г алкоголю на 1 літр крові [50].

Враховуючи цей фактор, в АСВА необхідно виконати аналіз концентрацій для встановлення кількості етанолу в кожному розчині. Для спрощення аналізу концентрації алкоголю були співставлені із генерованою датчиком напругою (таблиця 3.1).

На рисунку 3.1 наведено блок-схему роботи компонентів АСВА.

Алгоритм роботи АСВА у водіїв ТЗ розпочинається з етапу ініціалізації. Після подачі живлення мікроконтролер активує датчик концентрації алкоголю MQ-3, виконує його прогрів та калібрування, після чого переходить до зчитування аналогових даних із датчика. Отримані значення перетворюються за допомогою аналого-цифрового перетворювача у цифровий формат та

обробляються відповідно до встановлених порогових рівнів концентрації алкоголю в диханні водія.

Таблиця 3.1 – Відповідність кількості алкоголю із сигналами мікроконтролера

Концентрація алкоголю в диханні, г/м	ВАС, %	Запрограмований сигнал мікроконтролера
0	0	Запалюється зелений сигнал
$9,5 \cdot 10^{-6}$	0,02	
$1,9 \cdot 10^{-5}$	0,04	
$2,8 \cdot 10^{-5}$	0,06	Запалюється жовтий сигнал
$3,8 \cdot 10^{-5}$	0,08	
$4,7 \cdot 10^{-5}$	0,1	
$5,7 \cdot 10^{-5}$	0,12	
$6,6 \cdot 10^{-5}$	0,14	Запалюється червоний сигнал
$7,6 \cdot 10^{-5}$	0,16	
$8,5 \cdot 10^{-5}$	0,18	
$9,5 \cdot 10^{-5}$	0,2	

Першим логічним кроком аналізу є перевірка, чи менша виміряна концентрація алкоголю за 0,2 проміле. Якщо значення не перевищує цього допустимого рівня, система дозволяє подальшу експлуатацію транспортного засобу.

У такому випадку активується зелена світлова індикація, що сигналізує про безпечний стан водія та можливість запуску двигуна. Запалювання залишається розблокованим, і система переходить у режим моніторингу або завершує цикл перевірки.

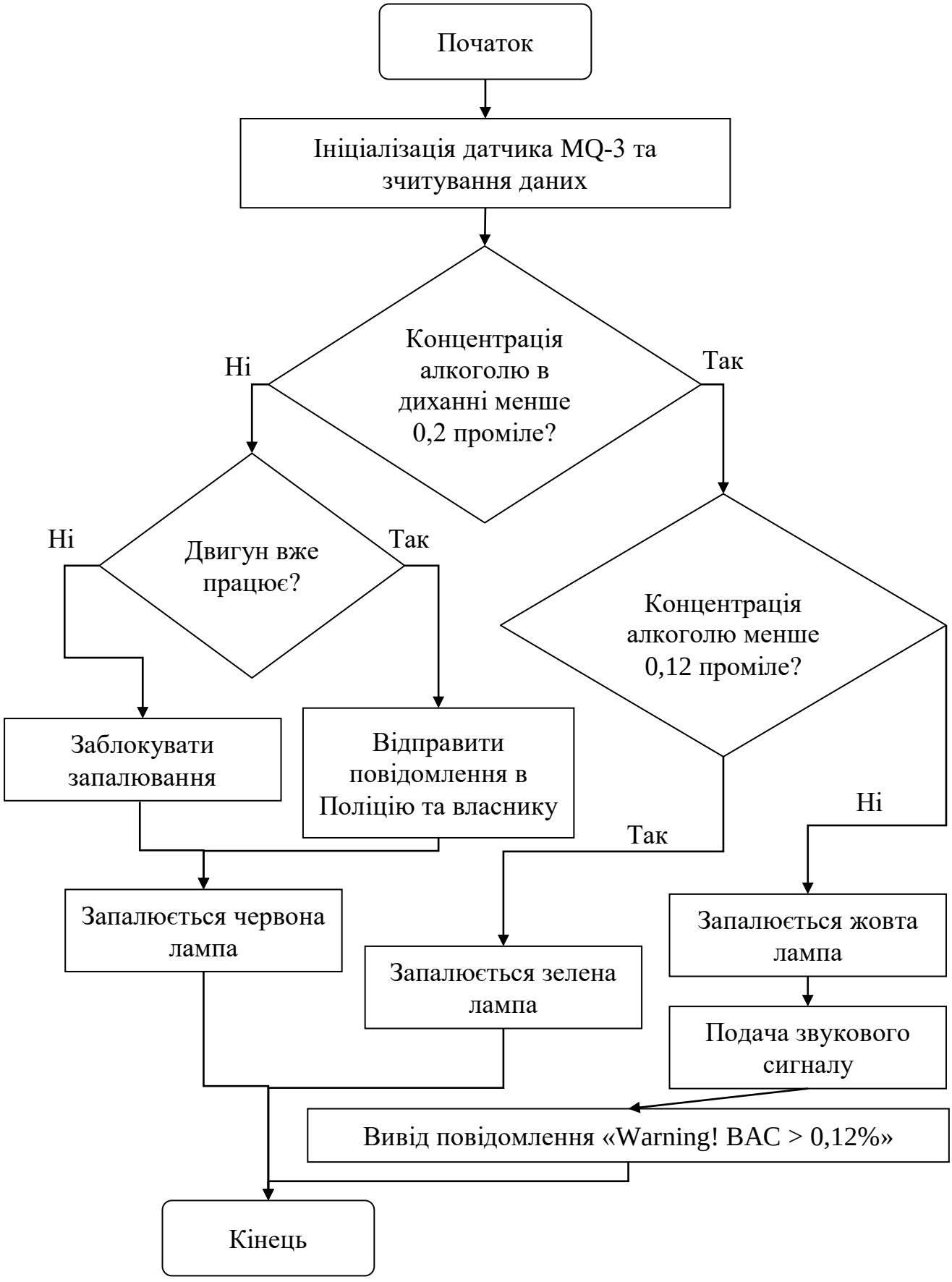


Рисунок 3.1 – Блок-схема роботи автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів

Якщо ж концентрація алкоголю перевищує 0,2 проміле, алгоритм переходить до наступного етапу перевірки. Додатково визначається, чи перевищує показник рівень 0,12 проміле (попереджувальне значення відповідно до заданої логіки системи). У випадку перевищення 0,12 проміле активується жовта світлова індикація та подається звуковий сигнал попередження. Одночасно на дисплей або інший інформаційний модуль виводиться повідомлення типу «Warning! BAC > 0,12‰», що інформує водія про наближення до допустимого рівня алкоголю.

Якщо концентрація алкоголю перевищує встановлений критичний поріг і двигун транспортного засобу ще не запущений, система формує керуючий сигнал на реле блокування запалювання. У результаті розмикається електричний ланцюг системи запалювання або паливоподачі, що унеможливлює запуск двигуна. При цьому вмикається червона індикація, яка сигналізує про заборону експлуатації автомобіля через виявлення стану алкогольного сп’яніння.

У випадку, якщо перевищення концентрації алкоголю зафіксовано під час уже працюючого двигуна, алгоритм передбачає додаткові дії безпеки. Система може ініціювати надсилання повідомлення до уповноважених органів та власника ТЗ, фіксуючи факт порушення. Такий підхід дозволяє не лише запобігти запуску автомобіля нетверезим водієм, але й здійснювати контроль у режимі реального часу. Якщо ж автомобіль службовий, то таке інформування може стати на нагоді щодо виявлення порушень працівниками підприємства при водінні в робочий час на службовому ТЗ.

Завершальним етапом алгоритму є індикація результату перевірки та повернення системи в режим очікування або повторного вимірювання. Таким чином, запропонований алгоритм забезпечує послідовну обробку даних із датчика алкоголю, прийняття рішення відповідно до встановлених порогових значень та реалізацію виконавчих дій – від світлового і звукового попередження до повного блокування системи запалювання автомобіля. Це підвищує рівень

безпеки дорожнього руху та мінімізує ризик керування транспортним засобом у стані сп’яніння.

3.2 Підключення обладнання автоматизованої системи встановлення стану алкогольного сп’яніння водіїв транспортних засобів

Мікроконтролер PIC16F877A є 40-контактним інтегральним мікросхемою. 11-й і 32-й контакти контролера є контактами Vdd, до яких підводиться напруга 5 В постійного струму. 12-й і 31-й контакти контролера є контактами Vss і заземлені. Кристалічний генератор 20 МГц підключений до 13-го і 14-го виводів мікроконтролера PIC16F877A, а два конденсатори 20 пФ підключені до заземлення від 13-го і 14-го виводів. 1-й вивід є виводом скидання.

RA є двонаправленим портом. Тобто, його можна налаштувати як вхід або вихід. Число, що йде за RA, є номером біта (від 0 до 5). Отже, ми маємо один 5-бітний напрямний порт, де кожен біт можна налаштувати як вхід або вихід.

RB – це другий двонаправлений порт. Він працює точно так само, як RA, за винятком того, що в ньому задіяно 8 бітів. RC та RD — двонаправлені порти. Це 8-бітні виводи. RE0-RE2: 3-бітні, двонаправлені.

VSS і VDD: це контакти живлення. VDD – це позитивне живлення, а VSS – негативне живлення, або 0 В. Максимальна напруга живлення, яку можна використовувати, становить 6 В, а мінімальна – 2 В.

Виводи OSC1/CLK IN і OSC2/CLKOUT призначені для підключення зовнішнього тактового генератора, щоб мікроконтролер мав певний такт. Вивід MCLR вивід використовується для стирання комірок пам'яті всередині PIC (тобто коли існує необхідність перепрограмувати його). При нормальному використанні він підключається до позитивного виходу живлення.

INT – Це вхідний контакт, який можна контролювати. Якщо контакт переходить у високий стан, можна змусити програму перезапуститися, зупинитися або виконати будь-яку іншу бажану функцію. T0CK1 – це ще один

вхідний тактовий генератор, який керує внутрішнім таймером. Він працює ізольовано від головного тактового генератора.

Для забезпечення нормальної роботи мікроконтролера необхідно забезпечити:

а) джерело живлення;

б) сигнал скидання;

в) тактовий сигнал.

Незважаючи на те, що PIC16 F877A працює при різних напругах живлення, схема використовує недорогий інтегрований тритермінальний позитивний стабілізатор LM7805, який забезпечує високу стабільність напруги і достатній струм для нормальної роботи мікроконтролера і периферійної електроніки (достатній в даному випадку означає 1 А).

Для того, щоб мікроконтролер міг працювати належним чином, на контакт скидання повинен бути поданий логічний 1 (VCC), що пояснює підключення контакту-резистора 10K-VCC. Кнопка, що з'єднує контакт скидання MCLR з GND, не є необхідною. Однак вона майже завжди передбачена, оскільки вона дозволяє мікроконтролеру безпечно повернутися до нормальних умов роботи, якщо щось піде не так. При натисканні цієї кнопки на контакт подається 0 В, мікроконтролер скидається, і виконання програми починається з початку. Резистор 10K необхідний для того, щоб 0 В подавалося на контакт MCLR через кнопку, не замикаючи шину 5 В постійного струму на землю.

Незважаючи на те, що мікроконтролер має вбудований генератор, він не може працювати без зовнішніх компонентів, які стабілізують його роботу і визначають його частоту (робочу швидкість мікроконтролера). Залежно від того, які елементи використовуються, а також від їх частот, генератор може працювати в чотирьох різних режимах:

- LP - низькоенергетичний кристал;
- XT - кристал / резонатор;
- HS - високошвидкісний кристал / резонатор; та

– RC - резистор або конденсатор.

Враховуючи, що GSM модуль першочергово передбачений для роботи із мікроконтролером Arduino, а в АСВА використовується мікроконтролер PIC16F877A, необхідно виконати їх підключення. Схема підключення GSM модулю до мікроконтролера PIC16F877A наведена на рисунку 3.2.

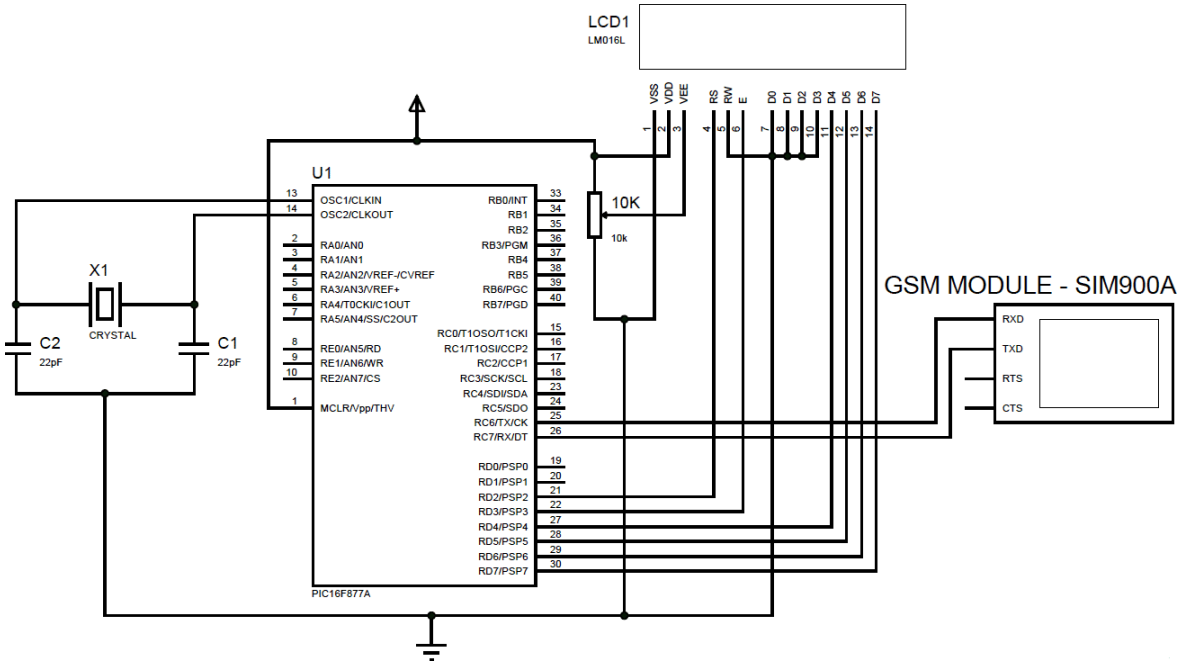
Як видно з рисунку з'єднання мікроконтролера PIC виконується через контакти Rx і Tx, які під'єднуються до контактів Tx і Rx GSM модулю, в результаті чого між ними встановлюється послідовний зв'язок. Керування модулем виконується за допомогою АТ команд. Програмний код наведений в додатку Б.

На рисунку 3.2, а показана електрична схема та інтеграція GSM-модуля SIM900A з мікроконтролером PIC16F877A у структурі АСВА. Основним керуючим вузлом є мікроконтролер (U1), який виконує зчитування сигналів із сенсорів, їх програмну обробку та організацію передавання даних через мобільну мережу.

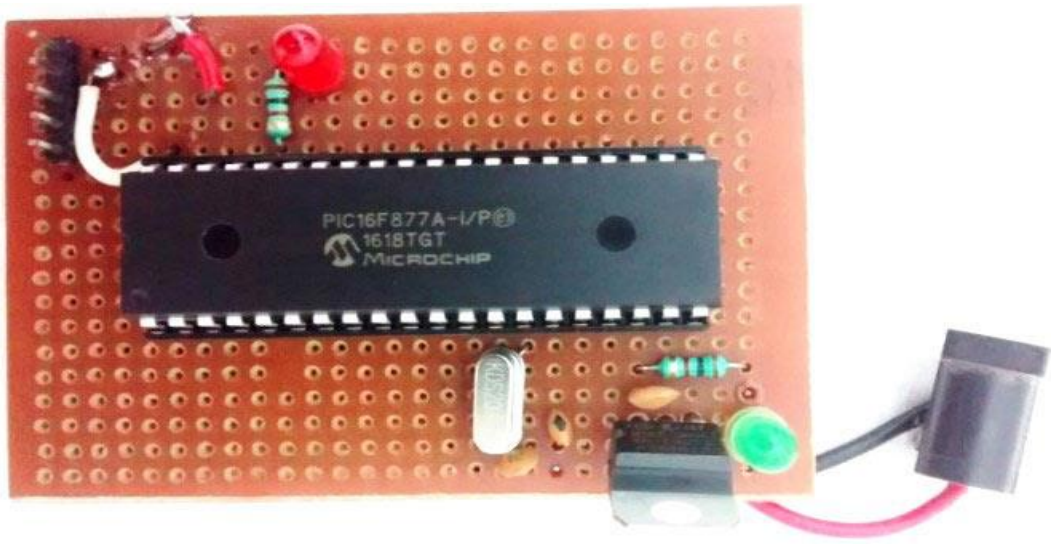
Формування тактової частоти здійснюється за допомогою кварцового резонатора X1, підключеного до виводів OSC1 і OSC2. Два конденсатори ємністю по 22 пФ (C1 і C2) забезпечують стабільну роботу генератора, створюючи необхідні умови для коректного запуску та функціонування мікроконтролера. Живлення подається на контакти VDD і VSS, причому всі загальні провідники (GND) об'єднані в єдину точку разом з іншими компонентами, включаючи GSM-модуль. Лінія MCLR підключена до джерела живлення через резистор 10 кОм, що гарантує надійний старт після подачі напруги та захищає від випадкових перезапусків.

Зв'язок із GSM-модулем реалізовано через апаратний інтерфейс UART. Передавальний вивід RC6/TX мікроконтролера з'єднано з входом RXD модуля, а приймальний RC7/RX – з його виходом TXD. Така конфігурація забезпечує повноцінний двосторонній обмін інформацією. Через послідовний порт контролер надсилає АТ-команди для ініціалізації модуля, перевірки реєстрації в

мережі оператора та передачі SMS-повідомлень у разі фіксації перевищення допустимого рівня алкоголю. За потреби можуть використовуватись сигнали RTS і CTS для апаратного керування потоком даних, однак у базовій конфігурації вони часто залишаються незадіяними.



а)



б)

Рисунок 3.2 – Підключення GSM модулю до мікроконтролера

а – схема підключення; б – реальне підключення

Для локального відображення інформації у схемі передбачено рідкокристалічний дисплей LM016L. Він підключений до порту D (лінії RD0–RD7) у паралельному режимі передачі даних, а керуючі сигнали RS, RW та E під'єднані до відповідних виводів порту B. Це дає змогу виводити на екран значення виміряної концентрації алкоголю, поточний стан системи та попереджувальні повідомлення. Для налаштування контрастності використовується потенціометр 10 кОм, підключений до контакту VEE дисплея.

У межах функціонування системи мікроконтролер приймає дані від датчика концентрації алкоголю, здійснює їх аналіз відповідно до заданого порогового значення та формує керуючі сигнали. Якщо зафіксовано перевищення допустимого рівня, контролер активує реле блокування системи запалювання та одночасно ініціює відправлення SMS через GSM-модуль. У результаті схема забезпечує як індикацію стану безпосередньо в автомобілі, так і дистанційне інформування про спробу запуску двигуна в стані алкогольного сп'яніння, поєднуючи функції локального контролю та віддаленого сповіщення.

У момент виявлення алкоголю датчик моделі MQ-3, які визначають кількість алкоголю, спожитого водієм, фіксуються на певній відстані, якомога ближче, щоб забезпечити максимальну чутливість, і розміщуються перед водієм. Як тільки сигнал, що сприймається, надсилається до мікроконтролера моделі PIC16F877A для відповідного аналізу згідно з програмою, яка подає сигнал відповідному пристрою на основі рішення контролера для різних концентрацій алкоголю в крові.

Існують різні стани, такі як низький, середній і високий, які асоціюються із зеленим, жовтим (у стані легкого алкогольного сп'яніння) і червоним (у стані сп'яніння) світлом на триколірному світлодіодному модулі, що вказує на фізіологічний стан водія. Вони сигналізують необхідну інформацію про водія, а відповідний вміст алкоголю відображається у вигляді цифр на РК-дисплеї, щоб повідомити про це водія.

Зелене світло означає, що водій не вживав алкоголь, а жовта картка вказує на те, що водій вживав алкоголь, але це не означає, що норма алкоголю в диханні перевищена. Коли горить червоне світло, звучить сигнал, що означає, що водій вживав алкоголь, який перевищує допустиму норму у 0,2 проміле, і подача палива в ТЗ була припинена, в результаті чого головний двигун негайно зупинився, а модуль GSM активувався в цей момент і відправив повідомлення в патрульну поліцію та власнику ТЗ.

Загальна схема підключення компонентів у автоматизованій системі виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів наведена на рисунку 3.3.

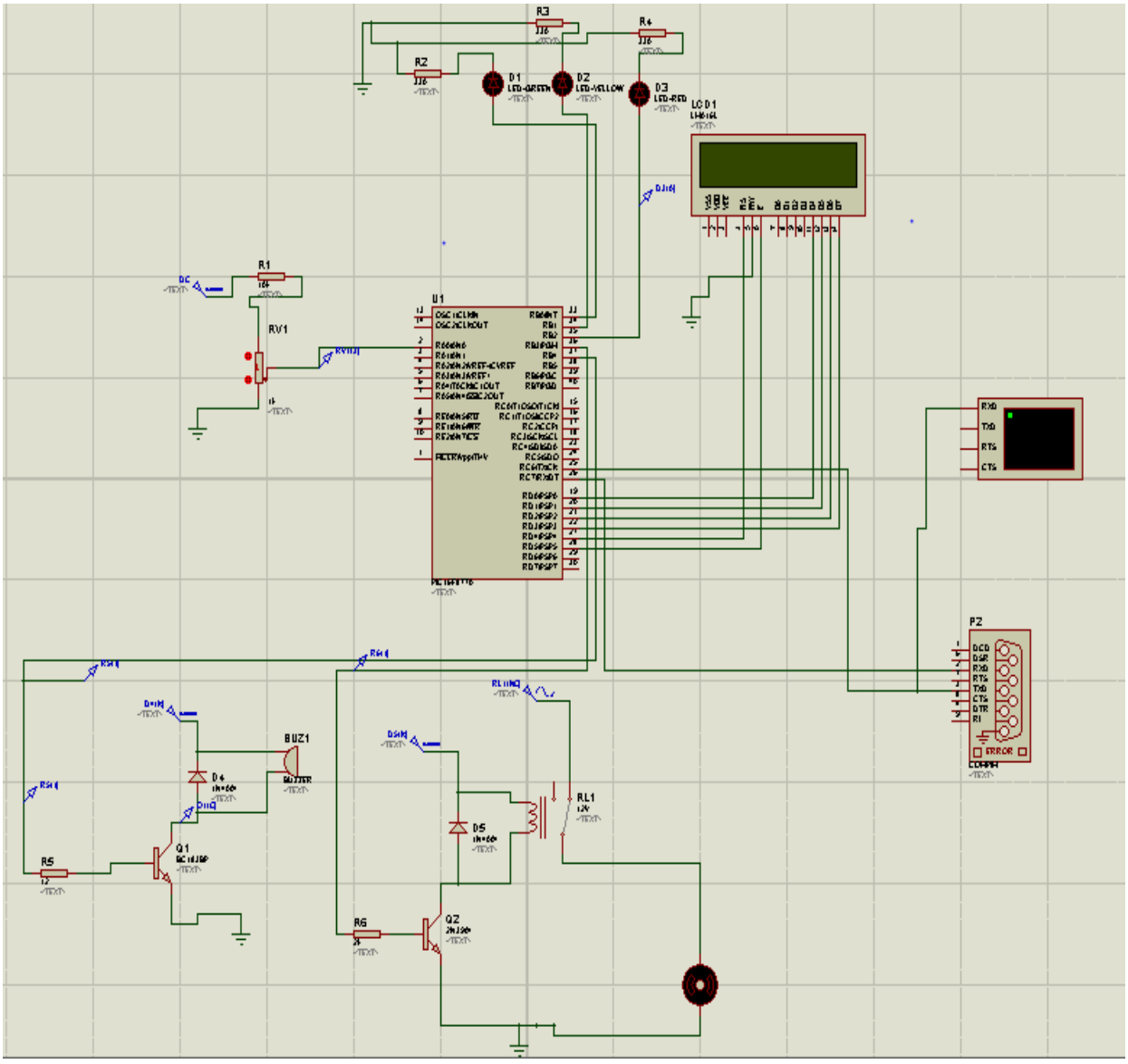


Рисунок 3.3 – Схема підключення компонентів у АСВА

LCD-дисплей у цій системі буде слугувати індикатором рівня алкогольного сп'яніння для водія. РК-дисплей відображатиме три стани на основі рівня алкоголю в крові, виміряного датчиком алкоголю. Ці стани - «норма», «легке сп'яніння» та «сп'яніння». Сигнал тривоги в цій системі призначений для попередження водія та інших людей, що знаходяться поблизу, про рівень алкоголю в крові, виміряний датчиком алкоголю.

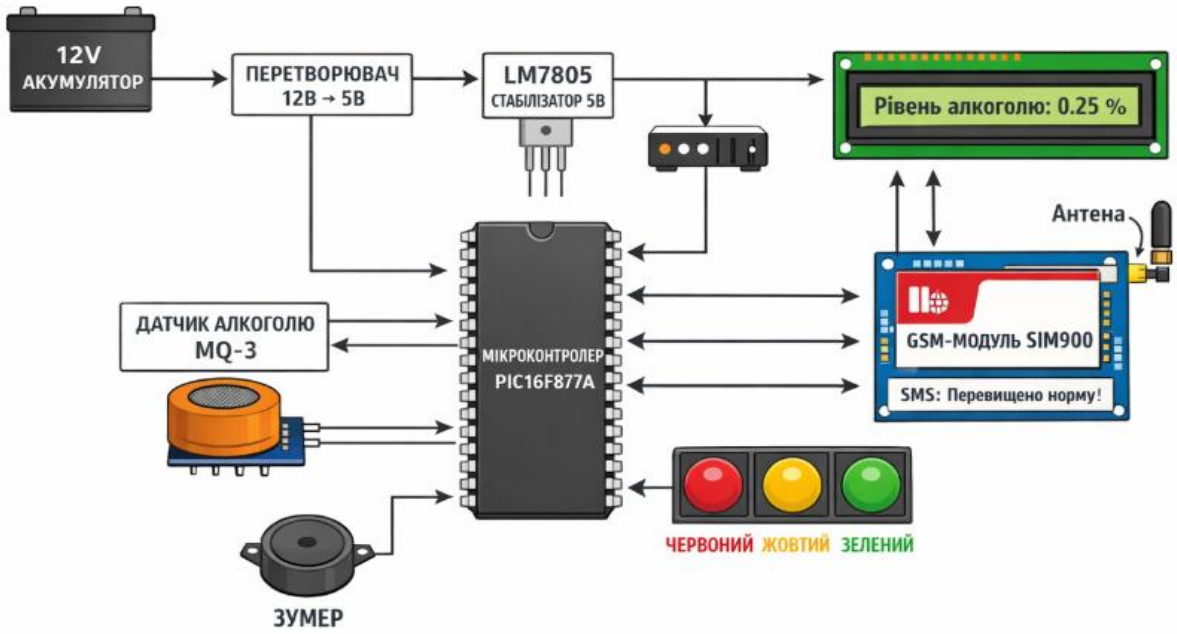


Рисунок 3.4 – Структурно-логічна схема АСВА

3.3 Програма керування автоматизованою системою встановлення стану алкогольного сп’яніння водіїв транспортних засобів

Програмне забезпечення для організації взаємодії РК-дисплея з мікроконтролером PIC16F877A реалізоване мовою С [51, 52] із використанням відповідного заголовкового файлу pic16f877A.h, який містить описи регістрів та службові визначення. На початковому етапі виконання програми здійснюється ініціалізація всіх змінних і портів введення/виведення – їм надаються нульові значення та встановлюється напрям роботи (вхід або вихід). Це забезпечує

коректний старт системи та запобігає випадковій активації виконавчих елементів.

Датчик алкоголю підключений до аналогового входу RA0 (порт A, вивід 2), який використовується для зчитування напруги з сенсора. Значення цієї напруги пропорційне концентрації алкоголю у видихуваному повітрі. Порт B налаштований як вихідний і використовується для керування світлодіодами, реле блокування двигуна та зумером. Зокрема, контакти RB0, RB1 і RB2 (виводи 33, 34 і 35) під'єднані відповідно до зеленого, жовтого та червоного світлодіодів. Лінії RB3 і RB4 (виводи 36 і 37) призначені для керування реле (двигуном) і звуковим сигналізатором.

Порти C і D також конфігуруються як вихідні для забезпечення обміну даними з периферійними пристроями. Через інтерфейс UART мікроконтролер взаємодіє з GSM-модулем SIM900: лінії RC5 і RC6 (виводи 25 і 26) з'єднані з контактами TXD і RXD модуля відповідно. Це дає змогу надсилати AT-команди для передавання SMS-повідомлень у разі перевищення допустимого рівня алкоголю.

Рідкокристалічний дисплей 16×2 підключений до порту D у чотирибітному режимі. Контакти RD0–RD3 (виводи 19–22) використовуються як лінії даних D4–D7 дисплея, а RD4 і RD5 (виводи 27 і 28) під'єднані до керуючих сигналів RS (Register Select) та E (Enable). Така конфігурація дозволяє відображати на екрані поточний рівень алкоголю, попереджувальні повідомлення та стан системи.

Алгоритм автоматичного блокування реалізується шляхом аналізу напруги, що надходить із датчика. Якщо виміряне значення менше 1 В, система вважає стан нормальним – активується зелений світлодіод і реле дозволу запуску двигуна. У діапазоні від 1 до 3 В вмикається жовтий світлодіод і реле, сигналізуючи про підвищений, але допустимий рівень. Якщо напруга перевищує 3 В, мікроконтролер переводить у активний стан червоний світлодіод, зумер та GSM-модуль.

У випадку критичного перевищення порогового значення GSM-модем формує та надсилає SMS-повідомлення до відповідних служб (наприклад, дорожньої поліції), інформуючи про спробу керування транспортним засобом у стані алкогольного сп’яніння. Таким чином програма забезпечує одночасно візуальну індикацію, звукове попередження, блокування запуску двигуна та дистанційне сповіщення.

Результат розробки АСВА було змодельовано в Protues 7, який підтримується спеціально розробленою програмою керування, написаною на мові С (додаток Б). Значення вхідного сигналу змінювалось в діапазоні від 5 В до відповідного значення ВАС, тобто кількості алкоголю в диханні у водія ТЗ.

Отриманий аналоговий вхід був квантований в цифровий сигнал в мікроконтролері. Сигнал був подальше оброблений контролером для отримання відповідного значення ВАС. Це значення було відображено на РК-панелі. Одночасно різні параметри були переведені в стан «ВКЛ» в залежності від заданого входу. Таким чином, результат аналізу був узагальнений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результат аналізу роботи розробленої АСВА

Проміле	Червоний сигнал	Жовтий сигнал	Зелений сигнал	Звуковий сигнал	Рівень сп’яніння	Значення на дисплеї, В	GSM модуль	Можливість запалювання ТЗ
0,16 – 0,2	+	-	+	+	Сп’яніння	2,38 – 4,75	+	-
0,14 – 0,06	-	+	-	-	Попередження	1,23 – 2,35	-	+
0 – 0,06	-	-	-	-	Норма	0 – 1,18	-	+

Відповідні схеми підключень для станів, які відповідають зеленому, жовтому та червоному кольору індикації, тобто для нормального стану, стану легкого сп’яніння, але без перевищення норми, та стану алкогольного сп’яніння наведені на рисунках 3.5 – 3.7.

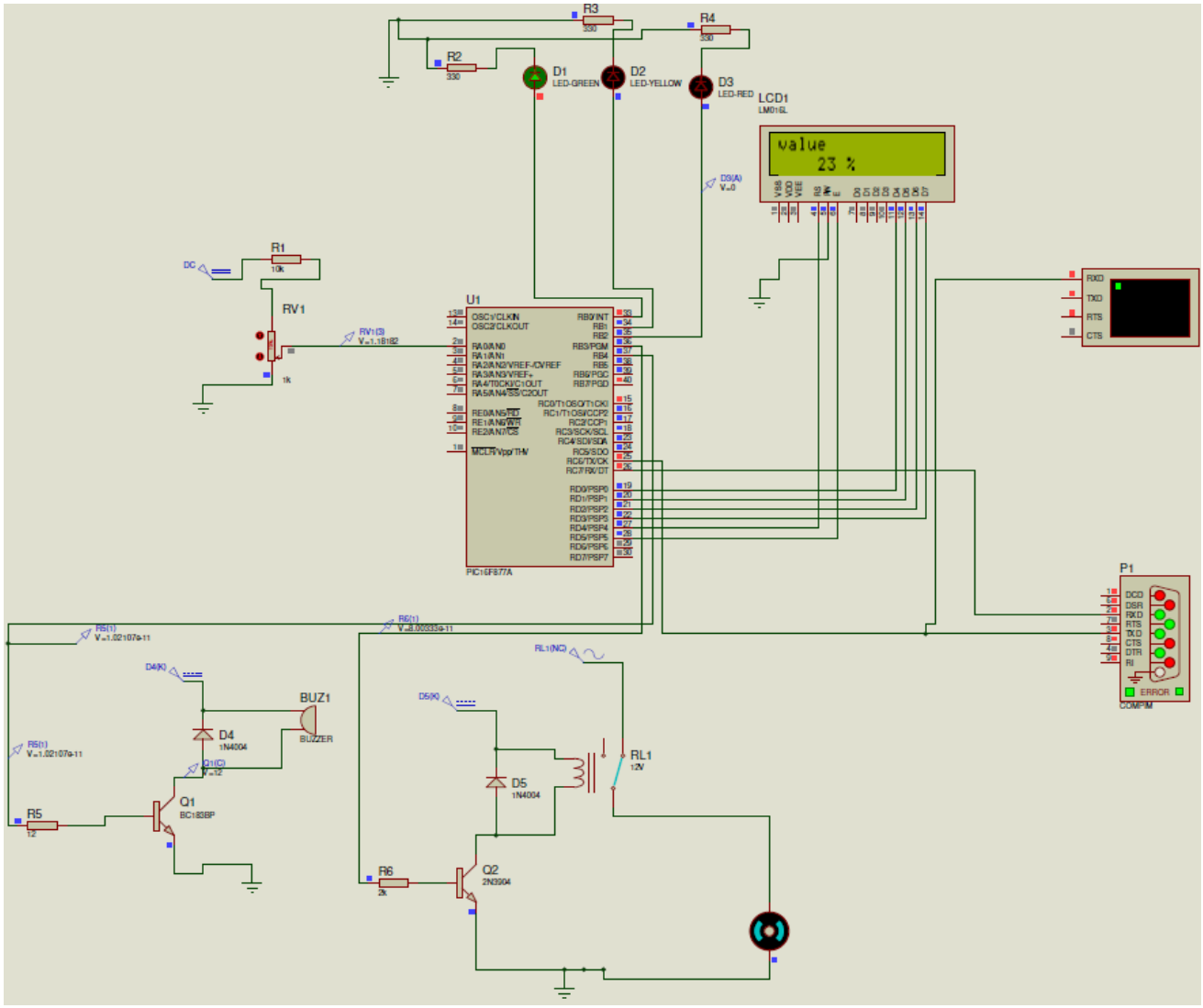


Рисунок 3.5 – АСВА при рівні алкоголю від 0 до 0,06 проміле

Якщо порівнювати рисунки 3.5 та 3.6, то видно, що змінено режим індикації стану: на зображенні активним є жовтий світлодіод (D2), тоді як у попередній схемі був активний інший режим (відповідно до іншого рівня сигналу). Це свідчить про те, що система перебуває в іншому діапазоні виміряного значення – попереджувальному, а не критичному або безпечному.

У даній схемі видно зміну стану виконавчих пристроїв: активується відповідна світлова індикація та може бути задіяний зумер або реле залежно від запрограмованого порогу. Логіка роботи реле RL1 та транзисторного ключа залишається аналогічною, однак режим його спрацювання змінюється відповідно до нового значення виміряного параметра. Це демонструє перехід системи з одного порогового рівня в інший.

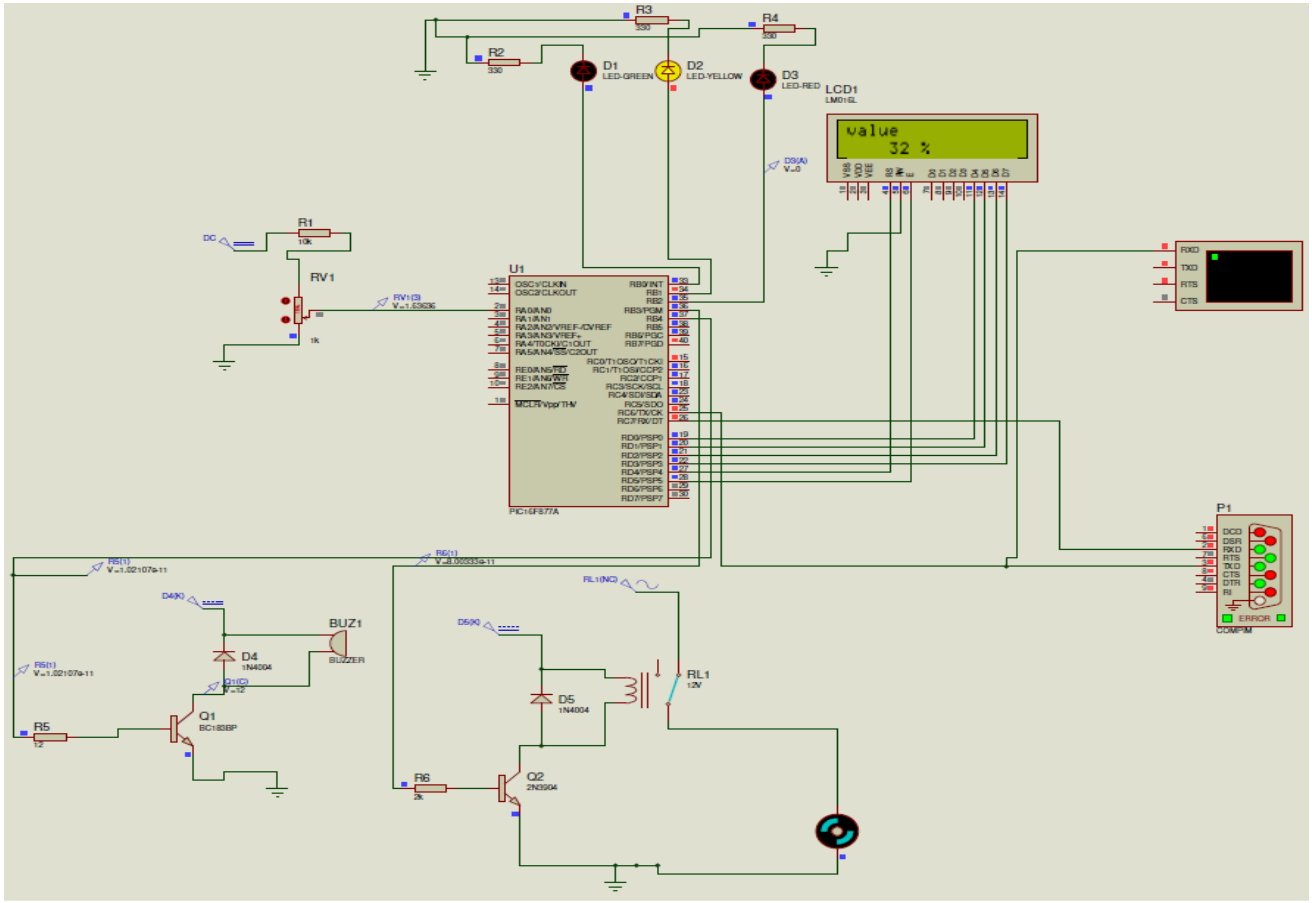


Рисунок 3.6 – АСВА при рівні алкоголю від 0,06 до 0,14 проміле

На рисунку 3.7 видно, що активується червоний сигнал на трикольоровому світловому індикаторі та змінюється відповідно значення, що відображається на рідкокристалічному екрані. Головна відмінність – це блокування можливості запалювати двигун автомобіля через відповідне реле. Крім того, в цьому варіанті АСВА виконується відправка повідомлень щодо фізіологічного стану водія ТЗ власнику ТЗ та Патрульній Поліції.

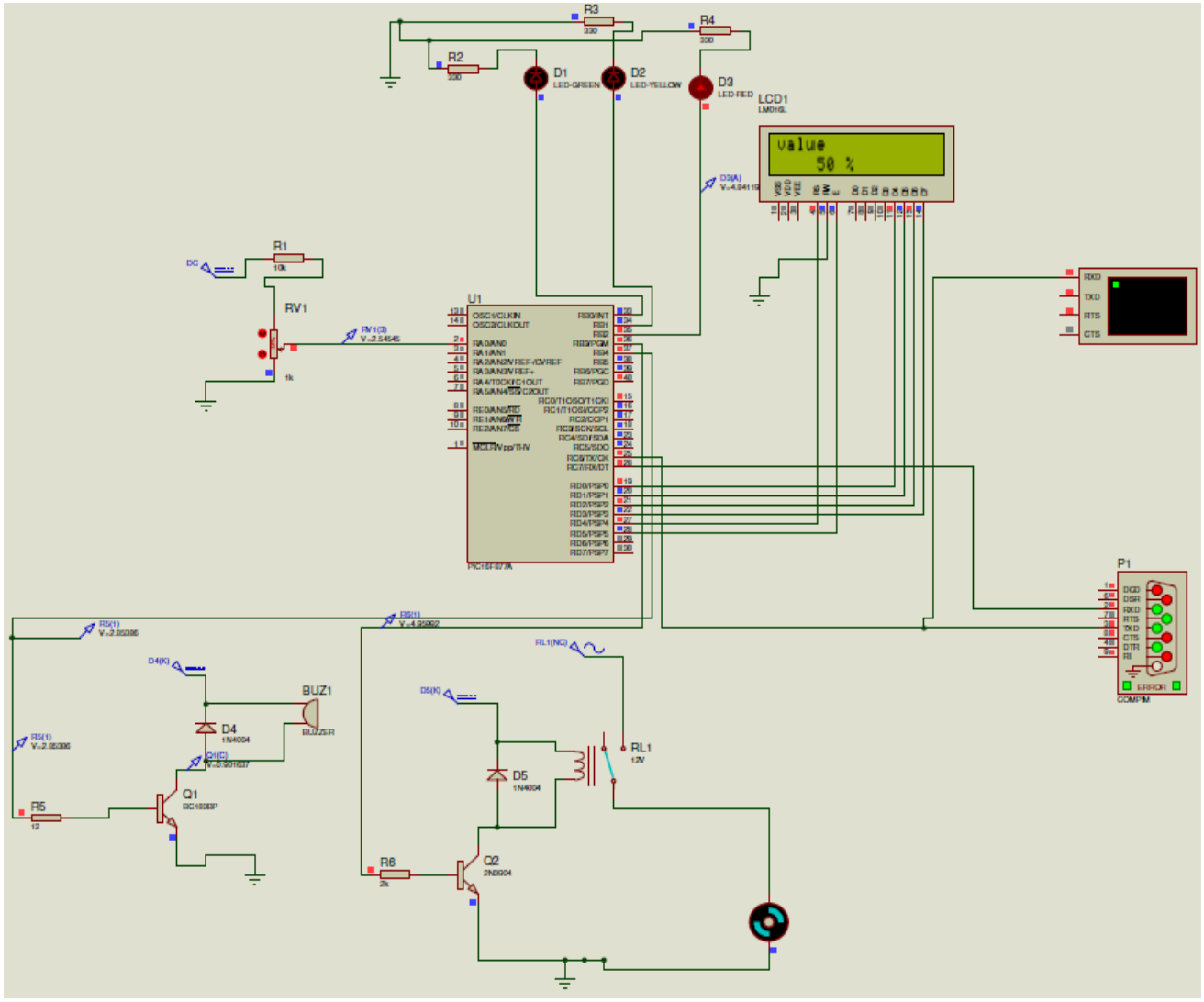


Рисунок 3.7 - АСВА при рівні алкоголю від 0,14 до 0,2 проміле

3.4 Висновки до третього розділу

В третьому розділі виконано моделювання роботи автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів. В рамках цього моделювання наведено детальний опис принципу роботи розробленої системи, розроблено схеми підключення обладнання, а також наведено схеми підключення обладнання в результаті різних даних, які зчитуються з датчику алкоголю MQ-3. Також в розділі наведено опис розробленого програмного забезпечення для керування АСВА на мові програмування С.

ВИСНОВКИ

В першому розділі виконано огляд та аналіз інсуючих автоматизованих систем в транспортних засобах. Виконано аналіз статистичних даних щодо кількості зафіксованих водіїв у нетверезому стані в Україні в період з 2022 по 2025 рік та проаналізовано ДТП, спричинені такими водіями. За результатами аналізу встановлено, що спостерігається тенденція до зростання кількості водіїв, які кермують ТЗ в неналежному фізіологічному стані, що підкреслює актуальність роботи щодо запровадження автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв ТЗ. Також виконано огляд та аналіз автоматизованих систем, що використовуються в ТЗ.

Для кращого розуміння функціональних можливостей, які повинна виконувати автоматизована система виявлення алкоголю у водіїв ТЗ, було наведено опис технологічного процесу запуску ТЗ. В результаті було встановлено, що АС повинна надавати доступ до додаткових функцій ТЗ, таких як магнітола, кондиціонер, склопідйомник, тощо, але доступ до запалювання ДВЗ у ТЗ повинен бути заблокований.

В другому розділі було виконано підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів. Компонентами такої системи є мікроконтролер PIC16F877A, датчик алкоголю MQ-3, модуль звуку моделі FC-07, триколірний світлодіодний модуль, дисплей 16x2, GSM модуль моделі SIM900.

Також в розділі наведені технічні характеристики підібраного обладнання. Оскільки GSM модуль SIM900 призначений в першу чергу для його використання з мікроконтролером Arduino, а в АСВА передбачено використання мікроконтролера PIC16F877A, то також було розроблено програмний код програми керування та підключення GSM модулю SIM900, який наведено в додатках.

Крім того, в розділі подано розроблену схемі підключення АСВА до автомобільного двигуна в залежності від виду двигуна та палива, яке він споживає. Тобто, розроблено схему підключення до бензинового та дизельного двигуна транспортного засобу.

В третьому розділі виконано моделювання роботи автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів. В рамках цього моделювання наведено детальний опис принципу роботи розробленої системи, розроблено схеми підключення обладнання, а також наведено схеми підключення обладнання в результаті різних даних, які зчитуються з датчику алкоголю MQ-3. Також в розділі наведено опис розробленого програмного забезпечення для керування АСВА на мові програмування С.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Основи психофізіологічної праці та поведінки водія. Режим доступу: https://vpl.org.ua/news/10-38-45-24-03-2020/ (дата звернення: 28.01.2026).

2. Cheberyachko S.I. Estimation of influence of psychophysiological condition of the driver on safety of passenger automobile transportations / S.I. Cheberyachko, Yu. I. Cheberyachko, O.V. Deryugin, O.O. Tretyak, I.K. Bas // Advances in mechanical engineering and transport. – 1 (18). – 2022. – p. 5-14.

3. Йовченко А.В. Розробка алгоритма моніторингу стану водія за допомогою Android-застосунку з метою підвищення рівня активної безпеки / А.В. Йовченко, І.А. Шльончак // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. – 2023. – Вип. 7 (38), ч. ІІ. – с. 139 – 146.

4. Шейко Н.В. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Експертиза дорожньо-транспортних пригод» // Н.В. Шейко, Л.О. Шейко. – Ніжин, 2017. – 119 с.

5. На 19% побільшало аварій, скоєних нетверезими водіями, від початку повномасштабної. – Режим доступу: https://opendatabot.ua/analytics/drunk-dtp-2024 (дата звернення: 30.01.2026).

6. За 2024 рік на Хмельниччині виявили 1009 нетверезих водіїв: деталі. – Режим доступу: https://vsim.ua/Podii/za-2024-rik-na-hmelnichchini-viyavili-1009 - netverezih-vodiyiv-detali-11951748.html (дата звернення: 02.02.2026).

7. Ломотько Д.В. Управління транспортними технологіями: Конспект лекцій / Д. В. Ломотько, Г. О. Примаченко, Ю. В. Шульдінер, О. М. Харламова. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – Ч. 1. – 48 с.

8. Алексієв О. П., Інструментальні засоби інформаційнокомунікаційної технології моніторингу руху автомобілів / О.П. Алексієв, С.М. Неронов // Матер. ІІІ Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми підвищення рівня безпеки, комфорту та культури дорожнього руху». – Харків : ХНАДУ, 2013. – С. 212–213.

9. Аулін В.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем:

монографія / В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко. – Кропивницький: Видавництво ТОП «КОД», 2017. – 370 с.

10. Аулін В.В. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / В.В. Аулін та ін. - Кропивницький: Видав. ФОП Лисенко В.Ф., 2020. – 428 с.

11. Кашканов А.А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту: навчальний посібник / А.А. Кашканов, В.П. Кужель, О.Г. Грисюк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 231 с.

12. Віниченко В.С. Мікропроцесорні засоби автоматики на транспорті. Навч. Посібник / В.С. Віниченко – Харків: ХДАМГ. 2002. – 215 с.

13. Сучасні автомобілі з автопілотом: як працює технологія і скільки коштує машина. – Режим доступу: https://avisleasing.com.ua/blog/suchasni-avtomobili-z-avtopilotom (дата звернення: 04.02.2026).

14. США перевіряють майже 3 млн автомобілів Tesla через можливі порушення правил дорожнього руху. – Режим доступу: https://mind.ua/news/20295702-ssha-pereviryayut-majzhe-3-mln-avtomobiliv-tesla-cherez-mozhlivi-porushennya-pravil-dorozhnogo-ruhu (дата звернення: 04.02.2026).

15. Essahraui S. Real-Time Drowsiness Detection Using Facial Analysis and Machine Learning Techniques / S. Essahraui et al. // Sensors. – Volume 25, Issue 3. – 2025. – p. 812 – 825.

16. Real-Time Drowsiness Detection System. – Режим доступу: https://github.com/AnshumanSrivastava108/Real-Time-Drowsiness-Detection-System (дата звернення: 06.02.2026).

17. What are driver drowsiness detection systems and how do they work? – Режим доступу: https://www.tomtom.com/newsroom/explainers-and-insights/driver-drowsiness-detection-systems/ (дата звернення: 06.02.2026).

18. Alcohol Ignition Interlock. – Режим доступу: https://www.draeger.com/en_sea/Productfinder/Alcohol-and-DrugTesting/Alcohol-Ignition-Interlock#informations (дата звернення: 10.02.2026).

19. Alcohol Interlock FAQ: All you need to know. – Режим доступу: https: // andatech.com.au/blogs/resources/alcohol-interlock-faq (дата звернення: 10.02.2026).

20. Roberts P.L. Optimising Alcohol Interlock Program Performance / P.L. Roberts, L.B. Meuleners // Journal of Road Safety. – 34(4), 2023. – p. 51-60.

21. Marques P.R. The Alcohol Interlock: An Underutilized Resource for Prediction and Controlling Drunk Drivers / P.R. Marques, A.S. Tippetts, R. Voas // Traffic Injury Prevention. – Issue 1 (3), 2023. – p. 5-11.

22. Коржавін Ю.А. Автомобільні двигуни. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт" / Ю.А. Коржавін. - Кам'янське, 2019. - 96 с.

23. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

24. Скляров В.М., Волков В.П., Скляров М.В. Автомобільні двигуни. Особливості конструкції: навчальний посібник / В.М Скляров, В.П. Волков, М.В. Скляров. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 384 с.

25. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. Підручник. - 3-тє видання. Київ: Арістей, 2006. — 476 с.

26. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії двигунів внутрішнього згоряння: підручник / В.Ф. Шапко. – Кременчук: КрНУ, 2023. – 181 с.

27. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є Доганов, І.І, Тимченко. – К.: Арістей, 2007. – 476 с.

28. Система запалювання – опис. – Режим доступу: https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil45-zapaljuvannja-tilky-benzynovi-dvyguny (дата звернення: 15.02.2026).

29. Любицький С.В. Основи побудови комп’ютерно-інтегрованих систем: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», освітньопрофесійна програма «Автоматизація та

комп'ютерно-інтегровані технології кіберенергетичних систем» /Укладачі: С. В. Любицький, П. В. Новіков ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 77 с.

30. Молчанов В.Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Обладнання автоматизованого виробництва» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування / В.Ф. Молчанов. - Кам'янське: ДДТУ 2017 – 63 с.

31. Пількевич І.А. Основи побудови автоматизованих систем управління: навчальний посібник / І.А. Пількевич, К.В. Молодецька, І.І. Сугоняк, Н.М. Лобанчикова. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – 16 с.

32. Пушкар М.С. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.

33. Грищук Ю.С. Мікроконтролери: архітектура, програмування та застосування в електромеханіці: навчальний посібник для студентів електромеханічних спеціальностей / Ю.С. Грищук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.

34. Павловський О.М. Мікроконтролери та мікропроцесорна техніка. Лабораторний практикум.: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О.М. Павловський; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 104 с.

35. Мікроконтролер PIC16F877A-I/P. – Режим доступу: https://uamper.com/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D1%80-PIC16F877A-IP?srsltid=AfmBOop4JSo5RVJC5q1SKnP4FWrZOe3CMnvOy6T41j4-AMUxVlqOZcma6 (дата звернення: 22.02.2026).

36. Цирульник С.М. Мікропроцесорна техніка: навчальний посібник / С.М. Цирульник, О.Д. Азаров, Л.В. Крупельницький, Т.І. Трояновська. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 124 с.

37. Бенько Т.Г. Мікроконтролери: навчально-методичний посібник / Т.Г. Бенько. – Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 2023. – 151 с.

38. Трунов О. М. Датчики та сенсори робототехнічних систем : навч. посіб. для підготовки бакалаврів за спец. 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / О. М. Трунов. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. – 56 с.

39. Середа Б.П. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «МЕХАТРОНІКА» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)_рівня за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузь знань 27 «Транспорт» очної та заочної форм навчання / Укладач. д.т.н., професор Середа Б.П., Кам'янське, ДДТУ, 2023 р., - 52 с.

40. Змій С.О. Моделювання та робота з датчиками і виконавчими пристроями робототехніки. Методичні вказівки до практичних робіт і самостійної роботи з дисципліни «Теоретичні основи робототехніки» / С.О. Змій, О.В. Щебликіна, І.М. Сіроклин, М.В. Ушаков. – Харків, 2024. – 49 с.

41. Модуль датчика алкоголю MQ-3. – Режим доступу: https://arduino.ua/prod1240-modyl-datchika-alkogolya-mq-3?srsltid=AfmBOopRN8d-PUSJJBlH9ywuHeQ5iNLGw1rv0laTCwMpJ7cbQjqDfJ6s1 (дата звернення: 25.02.2026).

42. LCD 1602символьний дисплей 16x2 (синій). – Режим доступу: https://arduino.ua/prod169-lcd-1602-simvolnii-displei-16x2sinii?srsltid=AfmBOor-PleRAwF4su5cyJJWv6pCwRapoXa95d20XqhluE2p8oBxLVfWR (дата звернення: 04.03.2026).

43. Буззер модуль звуку Зуммер. – Режим доступу: https://beegreen.com.ua/-buzzer-modul-zvuku-zummer-arduino-pic-zummer-10171 (дата звернення: 09.03.2026).

44. Модуль світлодіодний триколірний світлофор 5 мм. – Режим доступу: https://rozetka.com.ua/ua/312469864/p312469864/?gad_source=1&gad_campaignid=20152677097&gbraid=0AAAADNakmeOeP4zEy2Y2DlGldeUQ5p8b&gclid=CjwK

CAiAncvMBhBEEiwA9GU_fu1TrBHASrWbSw7tuP_zrfXHX3zd36BRl4I5QDAobcsSW5PUkBn_hoCAGsQAvD_BwE (дата звернення: 09.03.2026).

45. Напруга автомобільного акумулятора: скільки вольт повинно бути в АКБ? – Режим доступу: https: //autonovad.ua /index.html?id=news&category = 9&nid=814 (дата звернення: 17.03.2026).

46. DC-DC 12В перетворювач для Arduino 5В 3,3В. – Режим доступу: https://uamper.com/index.php?route=product/product&path=68&product_id=1374&gad_source=1&gad_campaignid=20839106384&gbraid=0AAAADk5dvo44Im7nc9aMVBblnEDuiXfF&gclid=Cj0KCQiA49XMBhDRARIsAOOKJHb2iP2CYJbg0xUatJljb1itBHkf4_7QdhKuO1EaUbJ1sNNS8-f4sNIaAhotEALw_wcB (дата звернення: 21.03.2026).

47. Стабілізатор напруги LM7805 TO-220. – Режим доступу: https://arduino.ua/prod1844-stabilizator-napryajeniya-lm7805-to 220? Srsltid = AfmBOoqr8Fa-p0Xu0p7YSqQmkV-A63kEUfaRbq_ bHEqMR_ZJPfgk8NdK (дата звернення: 03.04.2026).

48. Конденсатор 1 мкФ 50 В. – Режим доступу: https: //uamper.com/index.php?route=product/product&path=481&product_id=8751&gad_source=1&gad_campaignid=20839106384&gbraid=0AAAADk5dvp9ZuWJerAWmcRIGeMjWE731&gclid=Cj0KCQiA49XMBhDRARIsAOOKJHaCcEOafM4uY6WM-GMKXTfCTVLHXrG7XRrEX5zvgAKVsQBYuzbpT-4aAj-iEALw_wcB (дата звернення: 07.04.2026).

49. Електролітичні конденсатори 1 мкф 50 В. – Режим доступу: https://uamper.com/index.php?route=product/product&path=483&product_id=291&gad_source=1&gad_campaignid=20839106384&gbraid=0AAAADk5dvp9ZuWJerAWmcRIGeMjWE731&gclid=Cj0KCQiA49XMBhDRARIsAOOKJHa2kw2NI5nXi5dhhNHnrtYXzic6BXj7O2BI3uNPmoAxi5JfKEnRhT8aAoOGEALw_wcB - (дата звернення: 07.04.2026).

50. Таблиця проміле алкоголю в крові. – Режим доступу: https://patrul.in.ua/transport/korysna-informatsiya/tablytsya-promile/ (дата звернення: 01.05.2026).

51. Керніган Б. В. Мова програмування С / Б.В. Керніган, Д.М. Річі. – 2020. – 232 с.

52. Рогоза М.Є. Основи інформатики та технологій програмування: навчальний посібник / М.Є. Рогоза, С.К. Рамазанов, А.В. Велігура, С.М. Танченко. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2012. - 568 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Дейнека Дмитро Вадимович

Тема: Автоматизована система встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів

Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 78

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: створено автоматизовано систему виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі описано проблематику оцінки фізіологічного стану водіїв транспортних засобів, а також виконано огляд та аналіз автоматизованих систем, що використовуються в транспортних засобах і наведено опис технологічного процесу запуску транспортного засобу. В другому розділі виконано підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів, яке складається із датчику алкоголю MQ-3, GSM модулю SIM900, стабілізатора напруги, перетворювача напруги, РК-дисплею та мікроконтролера PIC16F877A. В третьому розділі виконано моделювання роботи автоматизованої системи виявлення алкоголю у водіїв транспортних засобів. В рамках цього моделювання наведено детальний опис принципу роботи розробленої системи, розроблено схеми підключення обладнання, а також наведено схеми підключення обладнання в результаті різних даних, які зчитуються з датчику алкоголю MQ-3. Також в розділі наведено опис розробленого програмного забезпечення для керування АСВА на мові програмування С.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: в системі розглядається блокування запалювання лише дизельних та бензинових автомобільних двигунів, але не розглядається можливість блокування електричних автомобільних двигунів

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (A / 95)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Батак Олег Петрович, доц. каф ТДМ, ХНУ

"12" 06 2026 р. (підпис)

Завідувачу кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки
Людмилі КОРЕЦЬКІЙ
здобувача вищої освіти
Дейнека Дмитро Вадимович
факультет ІТ, курс ІІІ, група АКІТРс-23-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання спеціалізованих програмних засобів (СПЗ) StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність академічного плагіату оповіщений. Надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних СПЗ і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються СПЗ.

Також надаю свою згоду на обробку й збереження університетом моєї роботи в Інституційному репозитарії Хмельницького національного університету.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

02.06.2026р.
дата

підпис

Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Дмитро ДЕЙНЕКА

Співавтор:

Назва: Дейнека (на антиплагіат)

Експерт: Денис МАКАРИШКІН

Підрозділ: Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Коефіцієнт подібності 1:0.95%

Коефіцієнт подібності 2:0%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 0

Інтервали: 0

Білі знаки: 2

Дата створення звіту: 2026-06-13 04:48:47.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

☒ **Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.**

☐ **Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.**

☐ **Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.**

Обгрунтування:

2026-06-13 Доцент Микола Федула

Дата експерт

Fri Jun 12 18:52:59 EEST 2026, Федула Микола Васильович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.258 (global version)

The maximum coincidence with one document 1.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. **Errors in the documents: 9%**

	Document		Sum coincidence on the DB	
ID: 275030 Title: БКР Автоматизована система встановлення стану алкогольного сп’яніння водіїв транспортних засобів Added in a DB: 2026-06-12 Authors: Дмитро ДЕЙНЕКА Heads: Денис МАКАРИШКІН Consultants: Opponents:	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	75741	1116	2464 (3%)	36 (3%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА РОБОТОТЕХНІКИ ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система встановлення стану алкогольного сп'яніння водіїв транспортних засобів»
Автор Дейнека Дмитро Вадимович
Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Спеціальність: 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Науковий керівник: Макаришкін Денис Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т. ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є академічним плагіатом. Робота приймається до захисту.	**відповідає**
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальновживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках, у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/ схожості, складає 0.95% і адресується до 32 джерела, що, з урахуванням наведених обгрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 13.06.2026

Завідувач кафедри _____ Людмила КОРЕЦЬКА
Гарант освітньої програми _____ Юрій ФОРКУН
Керівник кваліфікаційної роботи _____ Денис МАКАРИШКІН