

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система для підвищення безпеки експлуатації
транспортних засобів*

Виконав: студент 4 курсу, групи СІ-42
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Яворський К.А.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Паламар А.М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Тиш Є.В.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Осухівська Г.М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«27» січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Яворському Костянтину Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Керівник роботи Паламар Андрій Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «27» січня 2025 року № 4/7-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проєктна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Схема електрична структурна

2. Схема електрична принципова

3. Блок-схема алгоритму

4. Результати роботи системи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорона праці</i>	<i>проф. каф. МТ Пилипець М.І.</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент

(підпис)

Яворський К.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паламар А.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Яворський К.А. Комп'ютеризована система для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів: робота на здобуття освітнього рівня бакалавра: спец. 123 — комп'ютерна інженерія. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2025.

Ключові слова: комп'ютеризована система, безпека транспорту, концентрація парів алкоголю, мікроконтролер, IoT платформа.

У кваліфікаційній роботі представлено проєкт комп'ютеризованої системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів шляхом виявлення присутності парів алкоголю в салоні автомобіля та відповідного реагування.

У першому розділі проаналізовано технічне завдання, окреслено мету й завдання роботи, сформульовано функціональні та технічні вимоги до системи, а також виконано огляд існуючих аналогів.

Другий розділ присвячений розробці апаратного забезпечення, зокрема обґрунтовано вибір елементної бази з урахуванням критерію надійності, доступності й енергоспоживання.

У третьому розділі створено алгоритм функціонування системи та розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера ESP32. Проведено тестування реалізованої системи, що підтвердило її працездатність і ефективність у виявленні потенційно небезпечних ситуацій. Отримані результати демонструють практичну доцільність використання такого підходу в галузі інтелектуального транспорту.

ANNOTATION

Yavorskyi K.A. Computerized system for enhancing the safety of vehicle operation. Bachelor's Graduation Thesis: speciality 123 — Computer engineering. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2025.

Keywords: computerized system, transport safety, alcohol vapor concentration, microcontroller, IoT platform.

This qualification thesis presents a project of a computerized system aimed at enhancing vehicle operational safety by detecting alcohol vapor presence inside the cabin and taking appropriate actions.

The first chapter analyzes the technical task, defining the aim and objectives of the work, formulates the functional and technical requirements of the system and provides a review of existing analogs.

The second chapter is devoted to the development of the hardware, including the justification of component selection based on reliability, availability, and power efficiency.

The third chapter describes the development of the system's operation algorithm and the creation of software for the ESP32 microcontroller. The implemented system was tested, confirming its functionality and effectiveness in identifying potentially hazardous situations. The obtained results demonstrate the practical applicability of this approach in the field of intelligent transportation systems.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	9
1.1 Огляд та аналіз сфер застосування системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.....	9
1.2 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.....	10
1.3 Огляд існуючих засобів для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів	11
1.3.1 Алкотестер з LCD дисплеєм	12
1.3.2 Алкоблокіратор Drager INTERLOCK 7000	14
1.3.3 Алкотестер алкозамок АлкоФор s30	16
1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання.....	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	20
2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.....	20
2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.....	22
2.2.1 Модуль ESP32-CAM	22
2.2.2 Давач парів алкоголю MQ-3.....	24
2.2.3 Модуль АЦП ADS1115.....	27
2.2.4 OLED-дисплей.....	29
2.2.5 Модуль живлення HW-131	31
2.3 Розробка електричної схеми пристрою	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	36

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Яворський К.А.			Комп'ютеризована система для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів					
Перевірів		Паламар А.М.								
Рецензент										
Н. Контр.		Тиш Е.В.								
Зав. каф.		Осуківська Г.М.								
					Літ.	Арк.	Акрушів			
							5	76		
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42					

3.1 Розробка алгоритму роботи системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів	36
3.2 Розробка програмного забезпечення.....	39
3.2.1 Опис використаних бібліотек	39
3.2.2 Функція setup	41
3.2.3 Функція loop.....	43
3.2.4 Функція sendPhotoTelegram	45
3.3 Реалізація віддаленого моніторингу.....	48
3.3.1 Реалізація взаємодії з IoT-платформою Blynk	48
3.3.2 Створення Telegram-бота	49
3.4 Результати роботи системи	50
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	54
4.1 Надзвичайні ситуації: визначення, причини, класифікація	54
4.2 Надзвичайні ситуації при експлуатації транспортних засобів	57
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
Додаток А Технічне завдання	
Додаток Б Перелік елементів	
Додаток В Лістинг програми	

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

API – Application Programming Interface

GSM – Global System for Mobile Communications

HTTPS – HyperText Transfer Protocol Secure

I2C – Inter-Integrated Circuit

IoT – Internet of Things

LCD – Liquid Crystal Display

OLED – Organic Light-Emitting Diode

RFID – Radio Frequency Identification

UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

БЕТЗ – безпека експлуатації транспортних засобів

ЛЖС – людина – життєве середовище

НС – надзвичайна ситуація

ПДР – правила дорожнього руху

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема безпечної експлуатації транспортних засобів залишається надзвичайно актуальною в умовах зростання кількості дорожньо-транспортних пригод, значна частина яких пов'язана з керуванням автомобілем у стані алкогольного сп'яніння. Водії, які сідають за кермо у такому стані, становлять серйозну загрозу не лише для себе, а й для інших учасників дорожнього руху. Існуючі методи контролю, такі як поліцейські перевірки або алкотестери, що використовуються на вимогу, є ефективними лише за участі третіх осіб, тому виникає потреба у створенні автоматизованих технічних рішень, здатних самостійно реагувати на небезпечні ситуації.

У цьому контексті доцільним є застосування сучасних мікроконтролерних платформ та IoT технологій для побудови системи, що автоматично виявляє підвищену концентрацію парів алкоголю в салоні автомобіля, блокує запуск двигуна, робить фотографію з внутрішньої камери та надсилає попереджувальні повідомлення через мережу Інтернет. Таке рішення здатне суттєво зменшити ймовірність експлуатації транспортного засобу в небезпечному стані без залучення сторонніх осіб.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка апаратно-програмної системи для підвищення безпеки експлуатації транспортного засобу шляхом виявлення парів алкоголю, автоматичного блокування запуску двигуна, фіксації ситуації за допомогою фотознімка та передавання даних у хмарне середовище.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати технічне завдання, сформулювати вимоги до системи та провести огляд аналогічних технічних рішень;
- розробити апаратне забезпечення системи та обґрунтувати вибір елементної бази;
- сформулювати алгоритм функціонування системи та реалізувати відповідне програмне забезпечення;
- виконати тестування системи та оцінити її функціональність і ефективність.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд та аналіз сфер застосування системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Безпека експлуатації транспортних засобів (БЕТЗ) є одним із ключових факторів у сучасному суспільстві, оскільки порушення ПДР, технічні несправності та неадекватний стан водія часто призводять до аварій із тяжкими наслідками. Особливо небезпечним чинником є керування автомобілем у стані алкогольного сп'яніння, що суттєво знижує реакцію водія, порушує координацію рухів та здатність приймати адекватні рішення. Саме тому у сфері безпеки транспорту активно впроваджуються технічні рішення, що дозволяють виявляти та запобігати подібним ситуаціям.

Однією з ключових сфер застосування є персональний транспорт. Встановлення такої системи в легкових автомобілях дозволить водіям контролювати свій стан перед поїздкою та уникати ситуацій, коли керування може стати небезпечним.

Ще однією важливою сферою є комерційний транспорт, зокрема таксі, автобуси та вантажні автомобілі. У таких випадках система може застосовуватися як засіб моніторингу водіїв перед виїздом на маршрут. Автоматичне блокування запуску двигуна у випадку перевищення допустимого рівня алкоголю допоможе запобігти аваріям і забезпечити безпечне перевезення вантажів і пасажирів.

Система також буде корисною в каршерингових сервісах, де контроль стану водія є критично важливим для зниження ризику дорожньо-транспортних пригод. Інтеграція з мобільними додатками дозволить повідомляти власника сервісу про спроби використання автомобіля у неналежному стані та запобігати таким ситуаціям.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Яворський К.А.			Аналіз технічного завдання		
Перевірів		Паламар А.М.					
Рецензент							
Н. Контр.		Тиш Е.В.					
Зав. каф.		Осуківська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушив
						9	11
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42		

У сфері логістики та перевезень система може допомагати транспортним компаніям забезпечувати належний контроль за своїми водіями. Передача даних на хмарну платформу дозволить диспетчерам оперативно отримувати інформацію про стан автомобіля, а також виявляти потенційні загрози, що може бути особливо важливим для міжнародних перевезень.

Крім того, система може використовуватися в автошколах як засіб підготовки майбутніх водіїв. Її використання дозволить проводити навчання безпечному керуванню та пояснювати важливість моніторингу стану водія під час поїздки.

Загалом, системи підвищення БЕТЗ мають широкі перспективи впровадження в індивідуальному та корпоративному транспорті, сприяють зменшенню кількості аварій і є важливим кроком у напрямі цифровізації та автоматизації транспортної галузі.

1.2 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Перед початком розробки комп'ютеризованої системи підвищення БЕТЗ необхідно сформулювати вимоги, яким має відповідати ця система. Основною метою функціонування є запобігання керуванню автомобілем у стані алкогольного сп'яніння шляхом автоматичного виявлення парів алкоголю, блокування запуску двигуна та інформування користувача або відповідальних осіб про небезпечну ситуацію.

Система повинна забезпечувати надійне зчитування даних із давача парів алкоголю з достатньою точністю для виявлення перевищення допустимого рівня. Важливою вимогою є стабільність вимірювання та мінімізація хибних спрацьовувань.

У разі виявлення перевищення порогового значення система має блокувати подачу сигналу на реле запалювання, тим самим унеможлиблюючи запуск двигуна. Одночасно з цим необхідно активувати вбудовану камеру для фіксації

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зображення особи, яка намагалася завести автомобіль. Фото повинно автоматично зберігатися або передаватися через мережу до хмарного сховища або на мобільний пристрій через месенджер.

Крім того, система повинна забезпечувати виведення повідомлення на дисплей, з якого водій може дізнатися про поточний стан системи: концентрацію парів алкоголю, дозволений чи заборонений запуск двигуна, статус підключення до мережі тощо.

З метою віддаленого моніторингу та збору статистики передбачено інтеграцію з хмарною платформою, для збереження історії подій, перегляду в реальному часі та конфігурування системи.

До загальних вимог також належить енергоефективність, компактність і автономність, адже система має бути розміщена в обмеженому просторі транспортного засобу та працювати без збоїв протягом тривалого часу. Надійність усіх з'єднань, стійкість до вібрацій, температурних коливань та можливість ручного перезапуску системи також входять до числа технічних вимог.

З урахуванням викладених умов можна сформулювати функціональні та технічні вимоги до системи, що є основою для вибору елементної бази, побудови структури апаратного і програмного забезпечення та реалізації алгоритму роботи.

1.3 Огляд існуючих засобів для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Питання безпеки експлуатації транспортних засобів уже тривалий час є предметом досліджень і розробок у сфері автомобільної електроніки, автоматизації та інформаційних технологій. Існує широкий спектр апаратно-програмних засобів, орієнтованих на зниження ризиків, пов'язаних з людським фактором, технічними несправностями або складними дорожніми умовами.

Один із важливих напрямів розвитку таких засобів — це алкотестери та блокувальні системи, які унеможливають запуск автомобіля при виявленні алкоголю в повітрі, що видихає водій. Такі пристрої, відомі під назвою *alcolock*

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(alcohol interlock), активно застосовуються в низці країн як обов'язкове обладнання для певних категорій водіїв, зокрема порушників ПДР або водіїв громадського транспорту. Серед комерційно доступних рішень — пристрої компаній Dräger, SmartStart, Guardian, що поєднують точний сенсор алкоголю з функцією розблокування/блокування запалювання. Недоліками цих систем є висока вартість, закритість програмного забезпечення та неможливість інтеграції з іншими платформами чи сенсорами.

Крім того, у сучасних автомобілях усе ширше впроваджуються комплексні системи допомоги водію, які включають модулі контролю смуги руху, автоматичного гальмування, розпізнавання втоми водія, а також засоби моніторингу стану водія на основі відеоаналітики. Такі рішення часто реалізовані виробниками преміум-класу та мають високу вартість.

Окрему нішу займають IoT-пристрої для моніторингу автопарків або службових автомобілів. Такі системи часто поєднують контроль стану водія, GPS-моніторинг, телеметрію руху, звітність у реальному часі та віддалене керування. Вони орієнтовані на корпоративних клієнтів і використовуються для зниження витрат, підвищення безпеки та дисципліни водіїв.

На рівні ентузіастів і невеликих розробників широко застосовуються модулі на базі мікроконтролерів, які дозволяють створювати системи із заданим функціоналом: зчитування даних з датчиків алкоголю, температури, GPS, камери, передавання інформації на хмарні платформи чи в мобільні застосунки. Завдяки відкритості апаратної архітектури та широкій підтримці спільноти такі рішення дають змогу створювати адаптивні та недорогі альтернативи промисловим системам.

1.3.1 Алкотестер з LCD дисплеєм

Одним із доступних та популярних побутових аналогів проєктованої комп'ютеризованої системи є алкотестер з LCD-дисплеєм [1]. Цей пристрій призначений для індивідуального використання з метою попереднього визначення наявності парів алкоголю у видиху людини. Його конструкція є портативною та

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компактною, а основними елементами виступають корпус з мундштуком, LCD-дисплей для виведення результатів, індикатори сигналізації та елемент живлення у вигляді батарейок типу AAA (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Алкотестер з LCD дисплеєм

Серед переваг даного алкотестера можна виділити автономність роботи (не потребує зовнішнього живлення чи підключення до мережі), зручність у повсякденному використанні, а також низьку вартість. Завдяки простому інтерфейсу та індикації результатів у цифровому вигляді на дисплеї, користувач має можливість швидко отримати оцінку рівня алкоголю у повітрі.

Водночас цей пристрій має ряд суттєвих обмежень, які не дозволяють ефективно використовувати його в умовах, коли необхідне постійне автоматичне або дистанційне спостереження. Зокрема, йдеться про відсутність безперервного моніторингу, неможливість передачі даних до віддаленого сервера або мобільного застосунку, відсутність механізмів сповіщення користувача у разі перевищення

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допустимих норм алкоголю. Пристрій не інтегрується з жодними зовнішніми сервісами або системами керування, а також не здійснює фото- чи відеофіксації подій. Його використання вимагає ручного ввімкнення, дихання в мундштук і зчитування результату, що не є придатним для автоматизованих сценаріїв, наприклад, у сфері транспорту чи безпеки.

На основі аналізу цього аналога формуються вимоги до функціоналу проєктованої комп'ютеризованої системи. Зокрема, вона повинна підтримувати безперервне зчитування даних з давача, автоматичне виявлення перевищення порогу концентрації алкоголю, активацію тривожної сигналізації, фіксацію події камерою, блокування запуску двигуна (через реле), а також передавання інформації на мобільний застосунок та в месенджер. Усе це сприятиме підвищенню рівня безпеки та дозволить використовувати систему у контексті моніторингу водіїв, охорони об'єктів або контролю на підприємствах. Таким чином, навіть простий побутовий аналог дозволяє чітко окреслити межі й напрямки вдосконалення та унікальність майбутньої розробки.

1.3.2 Алкоблокіратор Dräger INTERLOCK 7000

Одним із технологічно досконалих аналогів проєктованої комп'ютеризованої системи є алкоблокіратор Dräger Interlock 7000, що використовується для запобігання керуванню у стані алкогольного сп'яніння [2]. Цей пристрій є професійним рішенням, сертифікованим відповідно до європейських норм, і призначений переважно для використання у комерційному транспорті, службових автомобілях, а також в рамках програм реабілітації водіїв, які порушили правила дорожнього руху (рис. 1.2).

Система складається з двох основних компонентів: ручного блоку з алкотестером і блоку керування, що з'єднується з електросистемою автомобіля. Перед запуском двигуна водій повинен пройти тест на наявність алкоголю у видиху. У разі перевищення встановленого порогу пристрій автоматично блокує можливість запуску автомобіля. Високоточна електрохімічна сенсорна технологія дозволяє отримувати точні результати навіть за низьких температур, а система

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може бути налаштована для зберігання та передавання даних про спроби запуску, позитивні тести або відмови від проходження тесту.



Рисунок 1.2 – Алкоблокіратор Dräger INTERLOCK 7000

Серед переваг Dräger Interlock 7000 варто відзначити його високу точність, інтеграцію з системами транспортного засобу, жорсткий контроль доступу до керування та можливість реєстрації подій з метою подальшого аналізу. Крім того, пристрій має функцію виявлення маніпуляцій та може бути доповнений камерою для фіксації особи, яка проходить тест.

Разом з тим, існують і недоліки, що обмежують доцільність масового впровадження таких рішень у побутовому або індивідуальному транспорті. Зокрема, це висока вартість обладнання, складність інсталяції, необхідність професійного технічного обслуговування, а також закритість системи, яка не дозволяє користувачу вільно адаптувати функціонал під індивідуальні потреби або інтегруватися з популярними IoT-платформами.

Аналіз функціоналу Dräger Interlock 7000 дозволяє чітко окреслити вимоги до майбутньої проєктованої системи. Зокрема, вона має зберегти основну ідею блокування доступу до транспортного засобу у випадку виявлення перевищеної

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрації парів алкоголю, але реалізувати це на економічно доступному рівні з використанням модульної архітектури, що дозволить забезпечити гнучкість, віддалений контроль, передавання даних у хмару, інтеграцію з мобільними застосунками, а також можливість фотофіксації подій за допомогою камери. Усе це сприятиме створенню інноваційної, доступної та адаптивної системи, придатної до застосування як у транспортній сфері, так і в інших критично важливих об'єктах.

1.3.3 Алкотестер алкозамок АлкоФор s30

Серед наявних рішень, які можуть розглядатися як аналоги проектованої комп'ютеризованої системи, варто виокремити алкотестер-алкозамок АлкоФор S30 [3]. Цей пристрій призначений для запобігання запуску транспортного засобу у випадку виявлення у водія алкоголю в повітрі, що видихається. Система є прикладом вже реалізованого інтегрованого рішення класу «алкозамок» для побутового та професійного використання (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Алкотестер алкозамок АлкоФор s30

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

АлкоФор S30 складається з сенсорного блоку із електрохімічним давачем, а також електронного контролера, що може бути з'єднаний із системою запуску двигуна автомобіля. Після включення пристрою водій має пройти тест на тверезість. У випадку, якщо рівень алкоголю перевищує встановлену норму, пристрій блокує запуск двигуна. Додатково система підтримує енергозалежну пам'ять та може бути оснащена GSM-модулем для передачі інформації про результати тестування на віддалений сервер чи контролюючий орган. Передбачено й систему ідентифікації користувача за допомогою RFID-карт, що дозволяє вести облік тестів по конкретних водіях.

До переваг пристрою можна віднести високу точність вимірювання завдяки електрохімічному сенсору, автономність роботи, можливість інтеграції в транспортні системи та додаткові функції безпеки, зокрема блокування запуску у разі спроби обійти тестування. Також прилад може зберігати історію вимірювань, що важливо для комерційного або службового транспорту.

Проте, аналіз показує і низку недоліків АлкоФор S30. По-перше, це висока вартість пристрою у порівнянні з більш простими системами, що ускладнює масове впровадження в особистому автотранспорті. По-друге, система є закритою, тобто не підтримує можливості вільної адаптації або розширення функціоналу, зокрема підключення зовнішніх сенсорів, камер або інтеграцію з хмарними сервісами. Крім того, пристрій не має вбудованого дисплея для виведення візуальної інформації, а основна взаємодія з користувачем здійснюється лише через індикатори або додаткові пристрої.

Порівняльний аналіз функціональних можливостей АлкоФор S30 дозволяє сформулювати вимоги до проєктованої системи, яка має поєднувати переваги професійних алкозамків (зокрема, функцію блокування доступу до запуску транспортного засобу) із відкритістю програмного забезпечення та апаратної архітектури.

Загалом, основними недоліками існуючих рішень є висока вартість впровадження, складність інтеграції у транспортні засоби середнього та бюджетного класів, залежність від зовнішніх умов (погоди, якості зв'язку), а також

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обмежена функціональність. Це підкреслює необхідність створення комплексних, доступних і адаптивних систем, які б поєднували кілька функцій безпеки, працювали стабільно за різних умов та мали можливість інтеграції з сучасними IoT-платформами.

Незважаючи на велику кількість рішень, більшість із них або мають закриту структуру, або орієнтовані на інші задачі. Тому актуальним залишається створення компактної, відкритої та недороговартісної комп'ютеризованої системи, яка дозволить підвищити безпеку експлуатації транспортного засобу завдяки виявленню парів алкоголю, фіксації події та передаванню даних через мережу в реальному часі.

1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Для реалізації комп'ютеризованої системи підвищення безпеки експлуатації транспортного засобу необхідно забезпечити виявлення парів алкоголю в повітрі, автоматичне блокування запуску двигуна, фіксацію події у вигляді фото та надсилання інформації користувачу через хмарну платформу або в месенджер. Таким чином, система має містити сенсори для виявлення парів алкоголю, пристрої керування виконавчими елементами, модуль зйомки зображень, мікроконтролер для обробки інформації та засоби бездротового зв'язку для передавання даних.

Ключовим елементом системи є давач алкоголю, для чого найчастіше використовуються сенсори типу MQ-3, які мають достатню чутливість до парів етанолу та прості у підключенні. Для обробки сигналу з сенсора доцільно використовувати мікроконтролер із підтримкою Wi-Fi, зокрема ESP32, який забезпечує достатню обчислювальну потужність, наявність цифрових і аналогових входів/виходів, а також можливість підключення камери та реле.

Функцію фіксації події може виконувати камера, яка сумісна з базовою платою ESP32, дозволяє робити знімки у разі спрацювання тривоги та зберігати їх локально або передавати на сервер. Для активації або блокування електричних кіл

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобіля (наприклад, реле запуску двигуна) доцільно використати електронне реле, яким можна керувати з плати ESP32.

Для інформування користувача про виявлений інцидент, а також для моніторингу стану системи в реальному часі, доцільним є використання хмарної платформи Blynk. Вона дозволяє створювати мобільні застосунки без необхідності самостійного розгортання серверної частини. Інтеграція Blynk із ESP32 забезпечує зручну передачу повідомлень, відображення стану сенсорів, а також дозволяє реалізувати елементи ручного керування системою, якщо це потрібно.

Розглянуті програмні рішення можуть бути реалізовані у середовищі Arduino IDE, що забезпечує зручну підтримку бібліотек для роботи з Blynk, сенсорами MQ-серії, ESP32-CAM та іншими компонентами. Для обробки фото та організації пересилання даних можуть також застосовуватись сторонні сервіси або платформи зберігання.

У результаті аналізу можна зробити висновок, що доцільним є створення автономної комп'ютеризованої системи на базі модуля ESP32 із сенсором MQ-3, використовуватиме зовнішній АЦП ADS1115 для точного зчитування показів сенсора, матиме OLED-дисплей для локального інтерфейсу, реле керування. Очікується, що майбутня система буде мати можливість передавання даних на IoT-платформу Blynk. Важливою вимогою є також реалізація можливості фотофіксації або сповіщень про спрацювання системи, що суттєво розширить функціонал порівняно з аналогами, залишаючи проєкт доступним для розгортання в особистому автотранспорті або у навчальних і демонстраційних цілях.

Такий підхід забезпечує достатній рівень функціональності, низьку вартість та можливість подальшого розширення системи за рахунок додаткових модулів або сервісів. Це дозволяє не лише виявляти порушення, але й оперативно інформувати відповідальних осіб або сервіси, а також зберігати докази інциденту.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Проектована комп'ютеризована система для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів передбачає виявлення перевищення допустимого рівня парів алкоголю в салоні автомобіля, сигналізацію про подію, передавання даних користувачу та блокування запуску двигуна. Структурна схема системи реалізована на основі модуля ESP32-CAM та містить декілька взаємопов'язаних апаратних компонентів, що забезпечують виконання всіх функцій системи. На рисунку 2.1 зображено структурну схему системи.

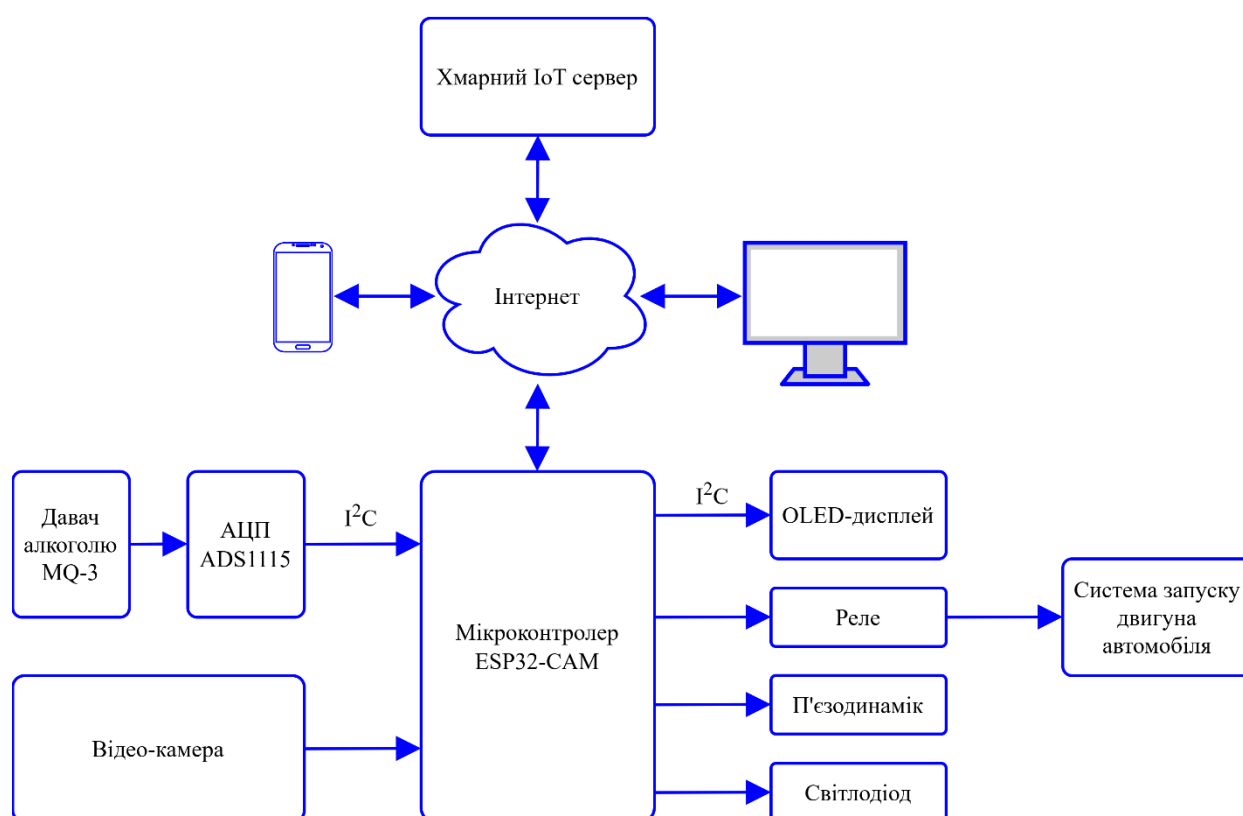


Рисунок 2.1 – Структурна схема комп'ютеризованої системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектна частина				Літ.	Арк.	Акрушів		
Розробив	Яворський К.А.											20	16
Перевірів	Паламар А.М.												
Рецензент													
Н. Контр.	Тиш Е.В.												
Зав. каф.	Осυχівська Г.М.												
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42								

Центральним елементом схеми є мікроконтролер ESP32-CAM, який поєднує в собі двоядерний процесор, модуль Wi-Fi, а також вбудовану камеру для фіксації зображень. Саме він здійснює зчитування даних з датчиків, логічну обробку отриманої інформації, керування виконавчими пристроями, а також передавання даних у хмарні сервіси або мобільні застосунки. ESP32-CAM також може здійснювати фотофіксацію події, якщо концентрація парів алкоголю перевищує допустимий поріг.

Для аналізу якості повітря використовується сенсор MQ-3, який призначений для виявлення парів алкоголю в повітрі. Цей сенсор формує аналоговий сигнал, пропорційний концентрації алкоголю, який подається на вхід АЦП модуля ESP32. При перевищенні визначеного порогового значення система спрацьовує, активуючи виконавчі елементи та надсилаючи відповідні повідомлення.

Для локального інформування водія або обслуговуючого персоналу про небезпечний стан використовується OLED-дисплей, який виводить інформацію про поточну концентрацію алкоголю, статус системи та інші дані. Додатково для звукової індикації передбачено п'єзодинамік, що активується при перевищенні порогу концентрації, створюючи гучний звуковий сигнал. Світлодіод використовується як візуальний індикатор: може світитися, блимати або змінювати яскравість залежно від стану системи.

Ключовим елементом безпосереднього впливу на систему запуску автомобіля є реле, що керується виходом з ESP32-CAM. У разі виявлення небезпеки (наявність алкоголю) реле розмикає ланцюг запалювання або стартерного реле, тим самим блокуючи запуск двигуна. Це дозволяє фізично запобігти керуванню автомобілем особою у нетверезому стані.

Живлення всіх компонентів забезпечується модулем живлення HW-131, який стабілізує напругу до рівня, придатного для роботи ESP32-CAM та інших периферійних пристроїв. Модуль може живитися від акумуляторної батареї або безпосередньо від бортової мережі автомобіля.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, структурна схема побудована з урахуванням модульного підходу, що дозволяє легко змінювати склад системи залежно від потреб користувача або технічних вимог. Усі елементи системи працюють у взаємодії, забезпечуючи своєчасне виявлення небезпеки, оперативне інформування та запобігання запуску транспортного засобу у небезпечному стані.

2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

2.2.1 Модуль ESP32-CAM

Мікроконтролерний модуль Wi-Fi ESP32-CAM [4] є компактним, енергоефективним та функціонально багатим пристроєм, що поєднує в собі потужний мікроконтролер ESP32, вбудований Wi-Fi та Bluetooth-модулі, а також камеру OV2640 (рис. 2.2). Завдяки цьому ESP32-CAM ідеально підходить для створення інтелектуальних систем відеоспостереження, систем розпізнавання обличчя, а також інших комп'ютеризованих рішень у сфері безпеки, таких як система підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.

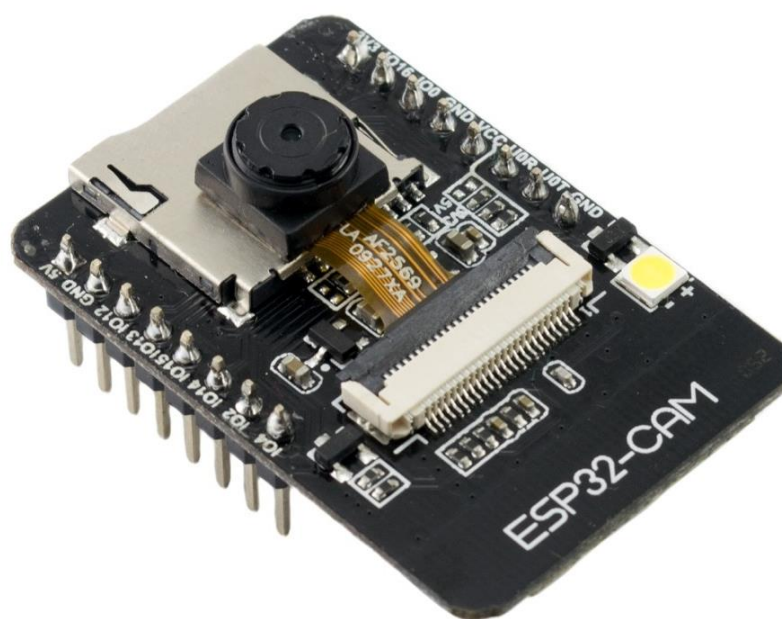


Рисунок 2.2 – Модуль ESP32-CAM

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Оснoву ESP32-CAM становить чіп ESP32-S, що побудований на архітектурі Xtensa® 32-bit LX6 з двома ядрами. Це забезпечує високу продуктивність при виконанні паралельних завдань: обробка відеопотоку, керування периферією, передача даних через Wi-Fi тощо. Камера OV2640 дозволяє робити фото та передавати відео в режимі реального часу, що відкриває можливості для візуального моніторингу салону транспортного засобу або автоматичного збереження зображення у випадку загрози. Перелік технічних характеристик модуля ESP32-CAM приведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики ESP32-CAM

Характеристика	Значення
Процесор	ESP32-S, Xtensa® 32-bit LX6, 2 ядра, до 240 МГц
Оперативна пам'ять (RAM)	520 КБ внутрішньої + до 4 МБ зовнішньої PSRAM
Постійна пам'ять (Flash)	4 МБ
Камера	OV2640, 2 Мп, роздільна здатність до 1600x1200
Безпроводний зв'язок	Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 BR/EDR + BLE
Інтерфейси	UART, SPI, I2C, PWM, ADC
Слот для карти пам'яті	microSD до 4 ГБ
Напруга живлення	5 В (через зовнішній стабілізатор або плату FTDI)
Кількість GPIO	До 10 доступних пінів вводу/виводу
Розміри	27 x 40 мм

ESP32-CAM підтримує декілька інтерфейсів підключення: UART, SPI, I²C, PWM та ADC, що дозволяє інтегрувати його з іншими компонентами системи: сенсорами, сигналізаторами, пам'яттю. Пристрій також обладнано роз'ємом для карти microSD, що дозволяє зберігати відео та зображення локально. Модуль не має вбудованого USB-порту для програмування, тому для завантаження прошивки використовується зовнішній USB-UART перетворювач. На рисунку 2.3 приведена інформація про призначення виводів модуля ESP32-CAM.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ESP32-CAM PINOUT

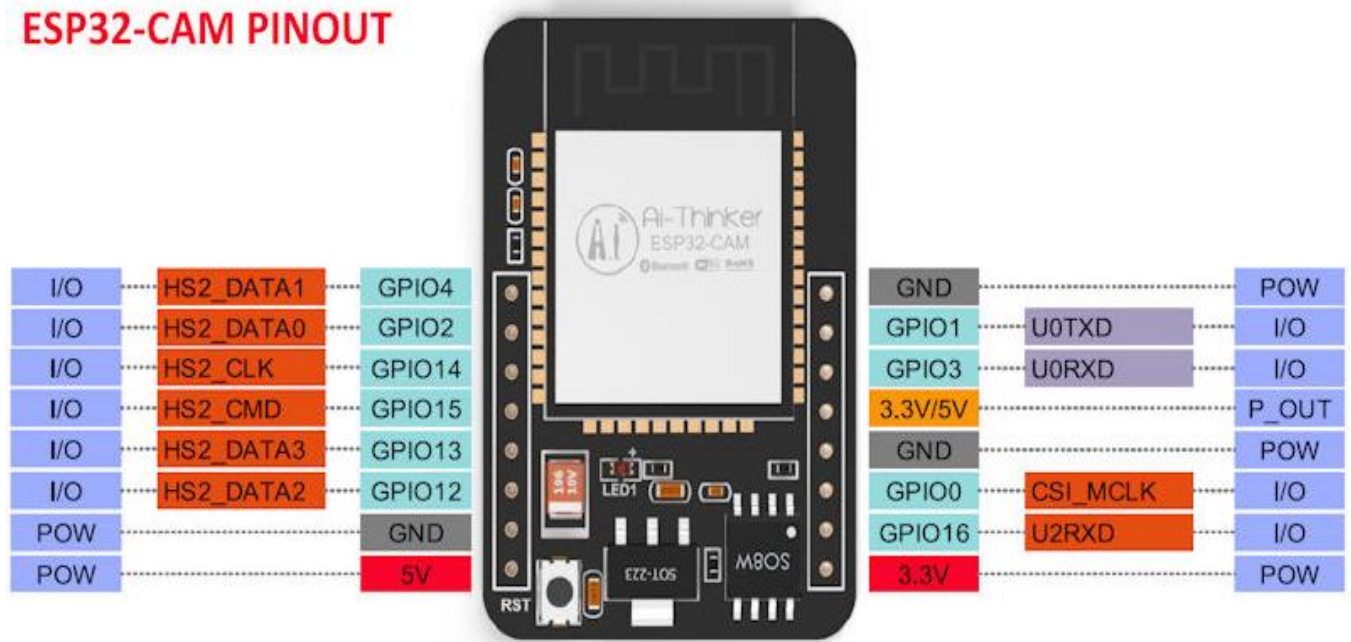


Рисунок 2.3 – Призначення виводів ESP32-CAM

Вибір ESP32-CAM для реалізації комп'ютеризованої системи підвищення безпеки транспортних засобів обґрунтовується його широким функціоналом, компактністю, низькою вартістю та наявністю Wi-Fi модуля, що дає змогу передавати дані до смартфона водія або хмарного сервера. Крім того, камера дозволяє реалізувати додаткові функції контролю, наприклад, відео- або фотофіксацію під час активації сигналу тривоги.

Модуль ESP32-CAM забезпечує не лише контроль параметрів середовища за допомогою підключених сенсорів, але й візуальний контроль за станом водія або салону автомобіля, що значно підвищує ефективність та універсальність системи безпеки.

2.2.2 Давач парів алкоголю MQ-3

Давач парів алкоголю MQ-3 є одним із найпоширеніших сенсорів, який широко використовується для виявлення концентрації алкоголю у повітрі [5]. Він є доступним, простим у використанні та має достатню чутливість, що робить його оптимальним вибором для розробки системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Давач парів алкоголю MQ-3

MQ-3 складається з чутливого елемента, що містить металоксид напівпровідникового типу, розміщеного на нагрівальному елементі. Чутливий шар виготовлений із двоокису олова (SnO_2), який змінює свою провідність залежно від концентрації алкоголю у повітрі. Давач також містить металеву сітку, що захищає чутливий елемент від механічних пошкоджень та забруднень, і виводи для підключення до електричної схеми. В таблиці 2.2 наведені характеристики сенсорного модуля давача парів алкоголю MQ-3.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача парів алкоголю MQ-3

Параметр	Значення
Діапазон вимірювання	0,05 мг/л - 10 мг/л
Чутливість до алкоголю	висока
Напруга живлення	5 В
Струм споживання	150 мА
Час відгуку	менше 10 секунд
Час прогріву при включенні	1 хв
Робоча температура	від -10°C до +50°C

Принцип роботи MQ-3 ґрунтується на зміні електричного опору чутливого шару у присутності парів алкоголю. У разі контакту алкоголю з поверхнею SnO_2 відбувається хімічна реакція, яка зменшує опір чутливого шару. Ця зміна опору перетворюється на електричний сигнал, який обробляється мікроконтролером для визначення концентрації алкоголю. Для забезпечення стабільної роботи датчика необхідне попереднє калібрування. Електрична схема модуля датчика парів алкоголю MQ-3 наведена на рисунку 2.5.

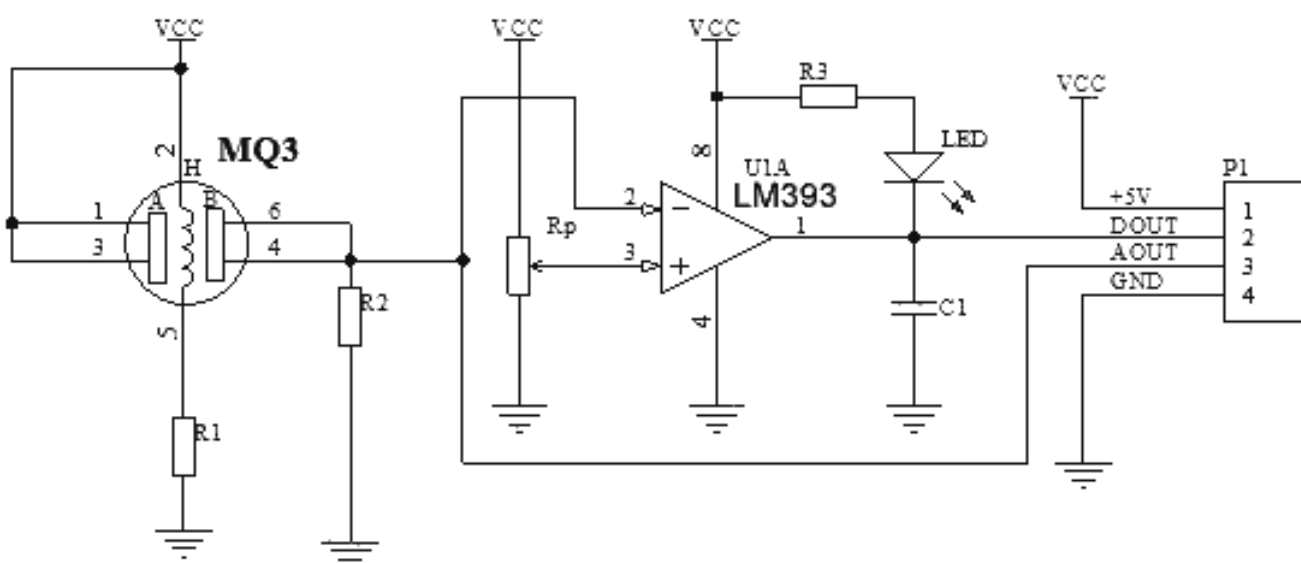


Рисунок 2.5 – Електрична схема модуля датчика парів алкоголю MQ-3

Вибір MQ-3 обумовлений його доступністю на ринку, низькою вартістю та сумісністю з популярними мікроконтролерами, такими як ESP32. Його простота у використанні дозволяє легко інтегрувати датчик у структуру комп'ютеризованої системи. Чутливість MQ-3 є достатньою для моніторингу концентрації алкоголю у транспортному засобі, що дозволяє вчасно виявляти потенційно небезпечні ситуації.

Недоліки MQ-3, такі як реакція на інші гази чи потреба в регулярному калібруванні, враховуються у програмній логіці системи. Загалом MQ-3 є оптимальним рішенням для поставленого завдання, оскільки забезпечує баланс між вартістю, продуктивністю та технічними вимогами.

2.2.3 Модуль АЦП ADS1115

Модуль ADS1115 — це 16-розрядний АЦП з інтерфейсом I²C [6], який широко використовується у проєктах на базі Arduino, ESP32 та інших мікроконтролерах, коли вбудованих можливостей АЦП недостатньо або коли потрібна висока точність вимірювань. Цей модуль дозволяє перетворювати аналогові сигнали в цифрові з роздільною здатністю до 16 біт, що забезпечує високу точність у порівнянні з типовими 10- або 12-бітовими АЦП, вбудованими у мікроконтролери (рис. 2.6).

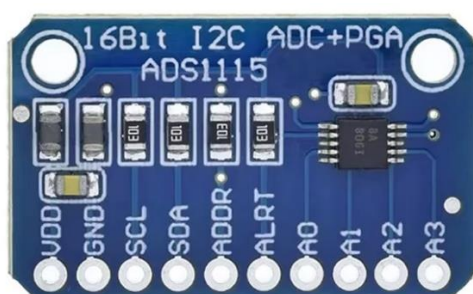


Рисунок 2.6 – Модуль АЦП ADS1115

ADS1115 побудований на базі однойменного чипа. Він має чотири аналогові входи (A0–A3), які можуть бути використані як чотири незалежні одноканальні входи або як два диференціальні пари. Модуль також має вбудований PGA (програмований підсилювач), який дозволяє посилювати вхідний сигнал до 16 разів перед перетворенням, що особливо корисно для роботи з низьковольтними давачами. Підключення до мікроконтролера здійснюється через шину I²C, що потребує лише двох ліній: SCL та SDA. Також присутній вивід ADDR для зміни адреси пристрою на шині, що дозволяє підключати до чотирьох ADS1115 одночасно.

ADS1115 періодично зчитує значення аналогової напруги з вибраного входу, пропускає його через вбудований підсилювач (якщо активований), і виконує перетворення за допомогою дельта-сигма АЦП. Завдяки такому типу АЦП він забезпечує високу роздільну здатність та хорошу стабільність навіть при наявності

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шуму. Усі налаштування здійснюються програмно через регістри. Модуль може працювати в режимі одиночного вимірювання або режимі безперервного моніторингу. В таблиці 2.3 наведені параметри модуля АЦП ADS1115.

Таблиця 2.3 – Параметри модуля АЦП ADS1115

Параметр	Значення
Розрядність	16 біт
Кількість каналів	4 (одноканальні) або 2 (диференціальні)
Інтерфейс	I ² C (до 860 SPS)
Напруга живлення	2.0 – 5.5 В
Діапазон вхідної напруги	±6.144 В (залежить від PGA)
Вбудований PGA	Так (до ×16)
Частота вибірки	До 860 вимірювань/с
Програмне налаштування адреси	Так (через вивід ADDR)
Тип АЦП	Дельта-сигма

У комп'ютеризованій системі підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів, побудованій на базі ESP32-CAM, точність вимірювання сигналу з аналогового датчика MQ-3 є критичною. Вбудовані АЦП ESP32 мають невисоку точність, нестабільне посилення та шум, що ускладнює отримання достовірних даних про концентрацію алкоголю. Модуль ADS1115 дозволяє вирішити ці проблеми, забезпечуючи стабільні 16-бітні вимірювання з можливістю посилення сигналу та виключенням шумів завдяки дельта-сигма технології.

Завдяки підтримці інтерфейсу I²C цей модуль легко інтегрується з ESP32-CAM, не використовуючи багато пінів. Наявність кількох каналів дозволяє у перспективі розширити систему на декілька аналогових давачів без додаткових АЦП. Таким чином, ADS1115 є оптимальним вибором для побудови надійної, масштабованої та точної системи моніторингу, де критично важлива якість зчитування аналогових сигналів.

2.2.4 OLED-дисплей

Одним з важливих елементів комп'ютеризованої системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів є модуль виведення інформації для оперативного локального моніторингу. Для цієї мети використано OLED-дисплей з діагоналлю 0.96 дюйма, роздільною здатністю 128×64 пікселів та інтерфейсом I²C [7]. Дисплей побудований на базі драйвера SSD1306, який широко підтримується більшістю мікроконтролерів, зокрема платформою ESP32. Екран має жовто-синю кольорову схему: верхні 16 пікселів відображаються жовтим кольором, нижні 48 — синім, що дозволяє логічно розділяти важливу і додаткову інформацію (рис. 2.7).

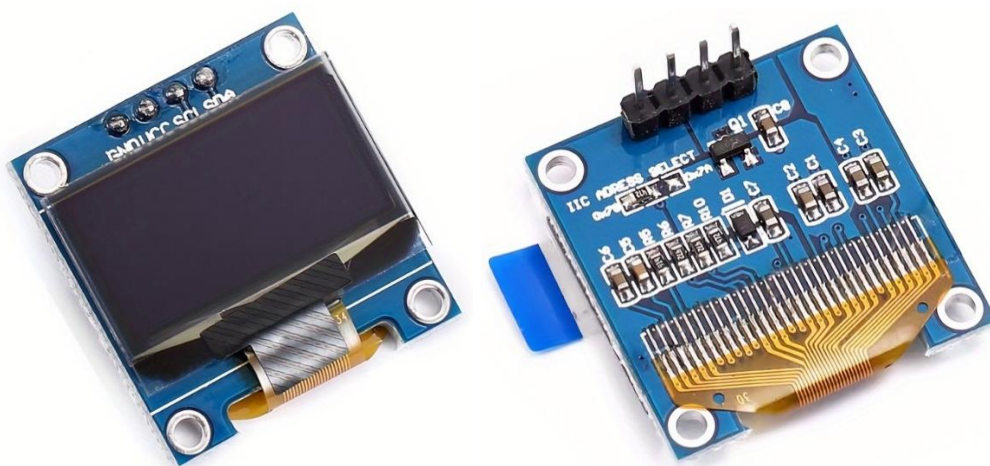


Рисунок 2.7 – OLED-дисплей

OLED — це тип дисплея, у якому кожен піксель є самостійним, тобто не потребує підсвічування. У порівнянні з LCD-дисплеями, OLED-екрани мають вищу контрастність, кращу видимість при яскравому освітленні та значно менше енергоспоживання. У цьому модулі використовується матриця з органічних світлодіодів, яка формує зображення шляхом вибіркового підсвічування пікселів за допомогою електричного струму. Завдяки цьому дисплей має швидкий відгук, високу чіткість та здатність працювати при низьких температурах, що є важливо для транспортних систем, які експлуатуються в різних кліматичних умовах.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Комунікація між дисплеєм та мікроконтролером здійснюється через інтерфейс I²C, що дозволяє підключати пристрій лише за допомогою двох сигнальних ліній — SDA (дані) та SCL (тактова частота). Це суттєво зменшує кількість необхідних GPIO-портів і спрощує схему з'єднань. Дисплей живиться напругою 3,3 В або 5 В, тому може безпосередньо підключатися до більшості сучасних мікроконтролерів, зокрема ESP32. Основні технічні характеристики OLED-дисплея наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри OLED-дисплея

Параметр	Значення
Тип дисплея	OLED
Контролер	SSD1306
Діагональ екрана	0.96 дюйма
Роздільна здатність	128 × 64 пікселів
Кольори	Жовтий (верх 16 пікселів), синій (нижні 48)
Інтерфейс зв'язку	I ² C (SDA, SCL)
Напруга живлення	3.3 В – 5 В
Споживаний струм	до 20 мА
Робоча температура	-30 °C ... +70 °C
Розміри модуля	27 × 27 × 4 мм
Кут огляду	до 160°

Вибір OLED-дисплея 0.96" I²C для реалізації комп'ютеризованої системи зумовлений низкою факторів. По-перше, його компактні розміри дозволяють інтегрувати дисплей у корпус транспортного засобу без суттєвого впливу на дизайн. По-друге, енергоощадність та висока контрастність екрану забезпечують добру видимість навіть при яскравому сонячному світлі або вночі. По-третє, простота підключення через I²C мінімізує кількість з'єднань та дозволяє використовувати інші порти мікроконтролера для підключення додаткових сенсорів або модулів.

Крім того, двоколірне відображення полегшує сприйняття інформації: жовта область може використовуватись для виведення основних параметрів, а синя — для додаткових даних. Така візуальна організація підвищує ефективність взаємодії користувача з системою, особливо в умовах обмеженого часу на зчитування інформації.

Загалом, OLED-дисплей 0.96" I2C є технічно та функціонально обґрунтованим вибором для застосування в комп'ютеризованій системі безпеки транспортного засобу завдяки своїм розмірам, енергоефективності, простоті інтеграції та високій якості відображення даних.

2.2.5 Модуль живлення HW-131

Модуль живлення HW-131 є універсальним джерелом напруги, призначеним для забезпечення стабілізованого живлення елементів електронних систем, які розміщуються на стандартній макетній платі [8]. Він розроблений для живлення від зовнішнього джерела постійного струму з подальшою стабілізацією напруги до одного або двох рівнів: 5 В або 3,3 В, що робить його ідеальним для проєктів з мікроконтролерами, датчиками, модулями зв'язку та іншими елементами (рис. 2.8).

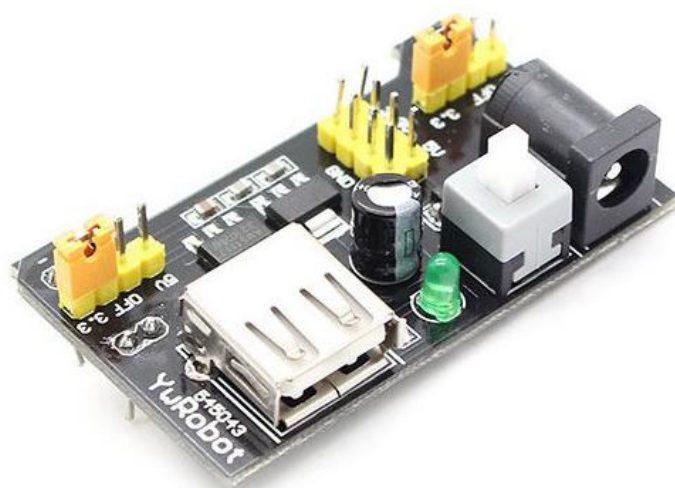


Рисунок 2.8 – Модуль живлення HW-131

Конструктивно модуль HW-131 містить два стабілізатори напруги: AMS1117-3.3 для формування напруги 3,3 В і AMS1117-5.0 для 5 В. На платі також

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

розміщено перемикачі, що дозволяють користувачеві обрати потрібний рівень напруги для кожної з шин живлення макетної плати (ліва та права сторони можуть мати незалежне налаштування). Це дає змогу одночасно жити компоненти, які працюють на різних рівнях напруги, що особливо корисно у змішаних системах з ESP32 (3,3 В) та, наприклад, модулями дисплеїв (5 В). В таблиці 2.5 наведені параметри модуля живлення HW-131.

Таблиця 2.5 – Параметри модуля живлення HW-131

Параметр	Значення
Вхідна напруга	6,5–12 В (через DC-роз'єм) або 5 В (USB)
Вихідна напруга	3,3 В / 5 В
Вихідний струм	До 700 мА
Тип стабілізаторів	AMS1117-3.3 і AMS1117-5.0
Інтерфейси підключення	2x40 контактів для макетної плати
Світлодіодний індикатор живлення	Присутній
Захист від короткого замикання	Так
Кількість вихідних ліній живлення	2 (незалежні)
Габарити	~53 × 32 × 18 мм

До складу модуля також входить індикатор живлення у вигляді світлодіода, який сигналізує про наявність напруги на виході, а також захист від перевантаження та короткого замикання. Модуль підтримує два способи підключення: через стандартний адаптер постійного струму (7–12 В) або через microUSB-порт, що зручно при використанні з ноутбуками або павербанками.

Принцип роботи модуля полягає у прийомі нестабілізованої вхідної напруги та її перетворенні в стабільовану вихідну напругу одного з двох рівнів, які можна обрати користувачем. За допомогою вбудованих стабілізаторів напруга підтримується в межах необхідної точності, що забезпечує коректну роботу

чутливих електронних компонентів. Напруга подається на лінії живлення макетної плати, де до них можуть бути підключені інші компоненти системи.

У контексті даної комп'ютеризованої системи, яка спрямована на підвищення БЕТЗ, використання модуля живлення HW-131 є повністю виправданим. Система використовує кілька модулів, які потребують стабільного живлення: MQ-3 (5 В), ESP32-CAM (3,3 В), OLED-дисплей (3,3 В). Можливість забезпечити паралельне живлення елементів з різною напругою – критично важлива. Модуль HW-131 дозволяє ефективно організувати подачу живлення без необхідності додаткових зовнішніх джерел або складних схем, що спрощує проектування, зменшує ризик пошкодження компонентів і прискорює збірку прототипу.

Завдяки своїй простоті, універсальності та підтримці роботи з двома рівнями напруги одночасно, модуль живлення HW-131 є раціональним вибором для реалізації системи моніторингу в автомобілі. Він забезпечує стабільність, гнучкість та захист, необхідні для тривалої та надійної експлуатації в умовах, близьких до реального застосування.

2.3 Розробка електричної схеми пристрою

Електрична принципова схема є основою функціонування пристрою, оскільки саме вона відображає логіку підключення основних компонентів, їх електричну сумісність та правильність взаємодії. Електрична принципова схема пристрою для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів (рис. 2.9) поєднує всі необхідні модулі – керування, сенсорний блок, індикацію та комунікацію – в єдину узгоджену систему. Це забезпечує надійне функціонування проєктованої комп'ютеризованої системи у реальних умовах.

За основу взято мікроконтролерний модуль ESP32-CAM (U4). Цей модуль виконує роль центрального обчислювального вузла, що забезпечує збирання та обробку інформації з сенсорів, управління виконавчими елементами та передавання даних на хмарну платформу через Wi-Fi.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

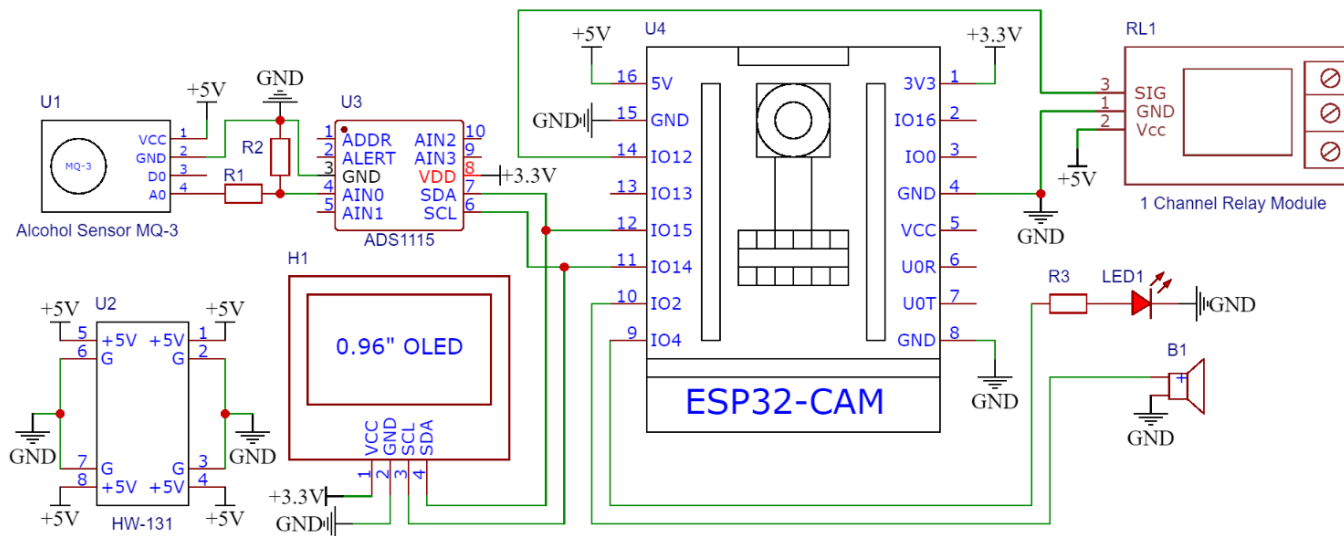


Рисунок 2.9 – Електрична схема пристрою для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Для контролю рівня парів алкоголю в повітрі використовується газовий сенсор MQ-3 (U1). Цей сенсор має аналоговий вихід, напруга з якого, перед подачею на аналого-цифровий перетворювач (АЦП), знижується до допустимого рівня за допомогою подільника напруги на резисторах R1 і R2. Зменшений сигнал надходить на вхід AIN0 модуля ADS1115 (U3) — зовнішнього високоточного 16-розрядного АЦП. Обмін даними між U3 та ESP32-CAM здійснюється за допомогою інтерфейсу I²C, де лінії SDA та SCL відповідно підключено до виводів IO15 та IO14 мікроконтролера.

Для візуального відображення інформації в системі використовується OLED-дисплей (U2). Він також підключений до шини I²C, що дозволяє централізовано обмінюватися даними з мікроконтролером та іншими пристроями на шині.

Для реалізації фізичного блокування системи запуску двигуна у разі виявлення високої концентрації алкоголю передбачено керування модулем реле (RL1). Сигнал управління надходить з виводу IO12 мікроконтролера ESP32-CAM. У випадку тривоги вмикається світлодіодний індикатор (LED1), який через резистор обмеження струму R3 підключений до виводу IO4. Крім того,

активується п'єзодинамік (B1), який з'єднаний з виводом ІО2 і подає звуковий сигнал про небезпечний стан.

Отже, принципова електрична схема охоплює всі необхідні елементи для побудови функціональної, надійної та автономної системи, яка забезпечує виявлення небажаних умов експлуатації транспортного засобу (вживання алкоголю водієм) і реалізує відповідну реакцію у вигляді блокування, фіксації та повідомлення. Усі компоненти взаємодіють між собою через стандартні інтерфейси, а схема розроблена з урахуванням доступності, стабільності роботи та можливості розширення.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Алгоритм роботи системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів, розроблений на базі мікроконтролера ESP32-CAM, поєднує кілька апаратних та програмних компонентів з метою виявлення присутності парів алкоголю в повітрі, автоматичного блокування системи запуску двигуна, сповіщення водія та надсилання інформації до хмарних сервісів. Основою функціонування є взаємодія сенсора алкоголю, аналого-цифрового перетворювача ADS1115, OLED-дисплея, реле блокування, сигналізаторів, Wi-Fi-з'єднання та програмних бібліотек для роботи з платформами Blynk і Telegram.

На початку здійснюється ініціалізація дисплея, на якому виводиться стартове привітання. Після цього виконується перевірка наявності модуля АЦП ADS1115, який відповідає за зчитування аналогових сигналів із сенсора алкоголю.

Надалі здійснюється налаштування вихідних пінів для керування звуковим сигналізатором, світлодіодом та реле, яке може блокувати систему запуску двигуна транспортного засобу у разі перевищення дозвolenої концентрації алкоголю. Після підключення до Wi-Fi мережі, здійснюється ініціалізація з'єднання з сервісами Blynk (для візуалізації даних у мобільному застосунку) та Telegram Bot API (для надсилання фото- і текстових повідомлень у месенджер).

У циклі відбувається основна частина роботи алгоритму (рис. 3.1). Зчитується аналоговий сигнал з каналу A0 за допомогою модуля ADS1115. Отримане значення нормалізується у відповідні одиниці вимірювання (мг/л) та перераховується в проміле. Для цього використовується проста лінійна калібрувальна функція, що враховує співвідношення між сирими даними АЦП та фізичними значеннями.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Яворський К.А.			Практична частина	Літ.	Арк.
Перевірив		Паламар А.М.					Аркушів
Рецензент							36
Н. Контр.		Тиш Е.В.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42	
Зав. каф.		Осухівська Г.М.					
							17

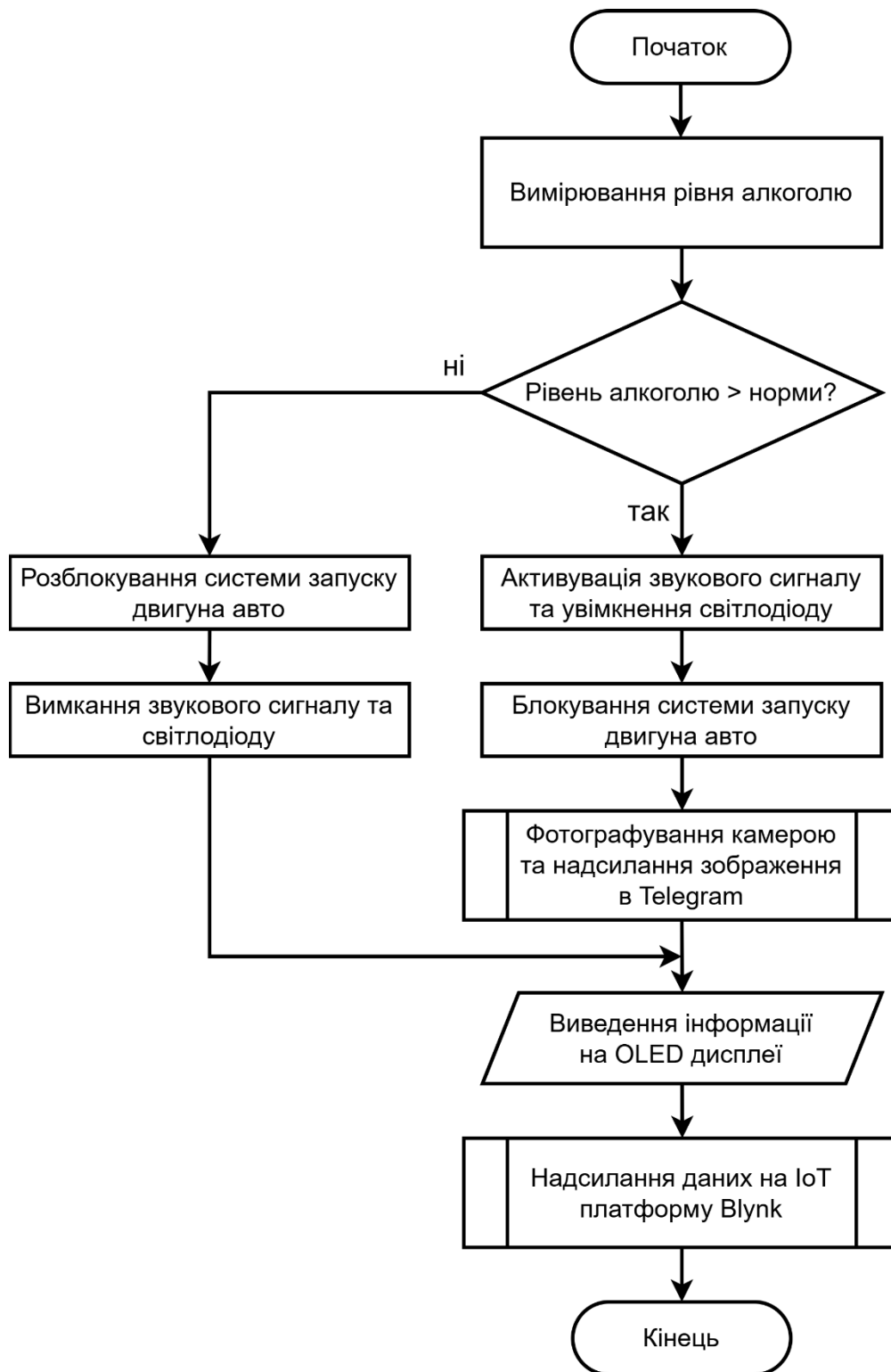


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи циклічної підпрограми loop() системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів

Отримані значення виводяться на OLED-дисплей. Додатково формується візуальний індикатор – шкала, довжина якої пропорційна до рівня зафіксованої концентрації алкоголю.

Залежно від рівня проміле, система змінює свій режим роботи. Якщо значення нижче 0,25 ‰ – користувач вважається тверезим (статус Sober), і жодні дії не виконуються. У випадку рівня 0.25–0.5‰ – система ідентифікує стан Tipsy (злегка напідпитку), активує реле, світлову та звукову сигналізацію з інтервалом 2 секунди. При подальшому зростанні (0.5–1‰) – стан переходить у Drunk, і сигналізація працює з більшою частотою (кожну секунду). Якщо ж значення перевищує 1‰ – сигналізація активується ще частіше (кожні 0.5 секунди), і реле залишається увімкненим.

У разі виявлення перевищення порогового значення система встановлює логічну змінну alcoholDetected у значення true. Це, у свою чергу, викликає виконання функції надсилання повідомлення до Telegram. Бот передає текстове повідомлення з попередженням та автоматично викликає функцію, яка активує камеру ESP32-CAM, робить знімок та відправляє його через захищене з'єднання HTTPS до Telegram API. При необхідності, за командою користувача, фото може бути зроблене і повторно.

Паралельно з цим здійснюється оновлення значень у мобільному застосунку Blynk. Віртуальні пін-коди V0, V1 та V2 відповідають за передачу значень у мг/л, проміле та статусу відповідно. Завдяки цьому користувач має змогу в режимі реального часу спостерігати за станом повітря в салоні автомобіля та контролювати, чи можливий запуск двигуна. Уся інформація також дублюється на OLED-дисплеї, що дозволяє інтегрувати систему без залежності від зовнішніх пристроїв чи мереж.

Варто зазначити, що блокування реле відбувається апаратно, що дозволяє фізично перервати електричне коло для запуску двигуна або активувати виконавчі механізми (наприклад, блокування стартера). Це рішення не тільки попереджає запуск авто у стані алкогольного сп'яніння, а й фіксує інцидент у вигляді фото та передає його до власника транспортного засобу або відповідного сервісу контролю. Такий підхід значно підвищує рівень безпеки, особливо у корпоративних автопарках, службах таксі чи каршерингу.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запропонований алгоритм роботи системи забезпечує комплексний підхід до вирішення проблеми керування транспортом у нетверезому стані. Він включає сенсорну діагностику, локальну індикацію, блокування керування, мобільне сповіщення та фотофіксацію. У поєднанні з хмарними технологіями це дозволяє реалізувати масштабовану, гнучку та ефективну платформу моніторингу для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.

3.2 Розробка програмного забезпечення

3.2.1 Опис використаних бібліотек

У програмному коді мікроконтролера, що використовується для реалізації комп'ютеризованої системи контролю рівня алкоголю водія, задіяно низку бібліотек, кожна з яких виконує важливу функцію у забезпеченні роботи окремих апаратних компонентів та мережевих сервісів. Розглянемо призначення кожної з використаних бібліотек (рис. 3.2).

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <esp_camera.h>
#include "soc/soc.h"
#include "soc/rtc_cntl_reg.h"
#include "esp_camera.h"
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_ADS1X15.h> // ADS1115
```

Рисунок 3.2 – Лістинг коду з підключенням бібліотек

Бібліотека WiFi.h забезпечує підключення мікроконтролера ESP32 до бездротової мережі Wi-Fi. Вона дозволяє ініціалізувати підключення, перевіряти стан мережі, а також отримувати IP-адресу пристрою. У зв'язку з використанням інтернет-сервісів, Wi-Fi є критично важливим для роботи системи.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Бібліотека `WiFiClientSecure.h` використовується для створення захищених HTTPS-з'єднань. Вона потрібна, зокрема, для взаємодії з Telegram API, яке вимагає шифрування даних. Через цю бібліотеку реалізується безпечна передача повідомлень і фото з пристрою до Telegram-бота.

Бібліотека `BlynkSimpleEsp32.h` відповідає за інтеграцію мікроконтролера з IoT-платформою Blynk. Вона дозволяє передавати дані в мобільний застосунок, отримувати зворотній зв'язок від користувача, а також реалізовувати функціонал віртуальних кнопок, графіків і віджетів у зручному інтерфейсі.

Бібліотека `esp_camera.h` використовується для керування камерою ESP32-CAM. Вона дозволяє ініціалізувати модуль камери, знімати фотографії та працювати з буферами зображень. У даній системі камера виконує функцію фіксації обличчя водія при виявленні перевищення допустимого рівня алкоголю.

Заголовкові файли `"soc/soc.h"` та `"soc/rtc_cntl_reg.h"` застосовуються для вимкнення попереджувальних повідомлень WDT (Watchdog Timer), які можуть заважати стабільній роботі модуля ESP32-CAM. Ці команди зазвичай додаються для уникнення перезавантажень у процесі ініціалізації камери.

Бібліотека `UniversalTelegramBot.h` надає інтерфейс для взаємодії з Telegram Bot API. Вона дозволяє надсилати текстові повідомлення та мультимедійні файли, у тому числі фото, з мікроконтролера безпосередньо в Telegram-чат користувача або групу.

Бібліотека `ArduinoJson.h` використовується для обробки JSON-структур, які є стандартним форматом даних при роботі з Telegram API. Вона дозволяє парсити відповіді сервера та формувати запити, необхідні для надсилання інформації про інцидент.

Бібліотека `Wire.h` є стандартною бібліотекою для роботи з інтерфейсом I²C. У цій системі вона використовується для обміну даними з модулем OLED-дисплея та зовнішнім АЦП ADS1115, який підключений через I²C-шину.

Бібліотека `Adafruit_GFX.h` є графічною бібліотекою від компанії Adafruit, яка дозволяє виводити текст та просту графіку (лінії, прямокутники, шкали тощо) на дисплей. У поєднанні з нею використовується `Adafruit_SSD1306.h` – бібліотека

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для OLED-дисплеїв на базі контролера SSD1306, яка відповідає за ініціалізацію дисплея та виведення інформації про рівень алкоголю та поточний статус водія.

Останньою з основних є бібліотека Adafruit_ADS1X15.h, яка дозволяє зчитувати аналогові дані з високоточного зовнішнього АЦП ADS1115. Цей модуль використовується замість вбудованого АЦП мікроконтролера ESP32 для підвищення точності вимірювання сигналу з давача парів алкоголю.

Використані бібліотеки забезпечують повний набір функцій, необхідний для роботи сенсорів, дисплея, камери, взаємодії з мобільним застосунком та надсилання сповіщень у Telegram, що дозволяє реалізувати інтелектуальну систему контролю стану водія.

3.2.2 Функція setup

Функція setup() у програмі мікроконтролера ESP32-CAM виконує початкову ініціалізацію всіх апаратних компонентів системи, а також встановлює з'єднання з бездротовою мережею Wi-Fi та IoT-платформою Blynk. Її виконання розпочинається із вимкнення вбудованої функції контролю падіння напруги живлення (Brownout Detector), яка може заважати роботі ESP32-CAM, особливо під час запуску камери. Далі активується послідовний порт на швидкості 115200 бод для виведення відлагоджувальної інформації (рис. 3.3).

Наступним кроком ініціалізується вивід для вбудованого світлодіода та задається його початковий стан. Після цього запускається інтерфейс I²C для взаємодії з OLED-дисплеєм та модулем ADS1115. На OLED-дисплей виводиться стартове привітання з назвою системи та автором. Після короткої затримки здійснюється перевірка доступності зовнішнього АЦП ADS1115. У разі його відсутності на дисплеї з'являється повідомлення про помилку, і програма переходить у нескінченний цикл очікування. У випадку успішного підключення ADS1115 конфігурується з коефіцієнтом підсилення GAIN_ONE, який дозволяє вимірювати напругу в межах ± 4.096 В.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void setup(){
  WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);
  Serial.begin(115200);
  pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
  Wire.begin(I2C_SDA, I2C_SCL);
  // 2. OLED дисплей
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.println(" Alcohol Detector ");
  display.setCursor(0, 25);
  display.println(" by Yavorskyi K.A. ");
  display.display();
  delay(2000);
  // 3. ADS1115
  if (!ads.begin()) {
    Serial.println("ADS1115 not found!");
    display.setCursor(0, 10);
    display.println("ADS1115 error!");
    display.display();
    while (1);
  }
  ads.setGain(GAIN_ONE); // ±4.096V, 1 bit = 125uV
  // 4. Виводи
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  // WiFi + Blynk
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  clientTCP.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT); // Add root certificate for api.telegram
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
}

```

Рисунок 3.3 – Фрагмент коду функції setup()

Далі задаються режими роботи вихідних пінів, до яких підключені сигналізатор (п'єзодинамік), світлодіод та реле. Усі ці виводи ініціалізуються у вимкненому стані, щоб уникнути помилкового спрацювання при запуску пристрою.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Після підготовки апаратних засобів відбувається ініціалізація підключення до Wi-Fi. Здійснюється вивід назви мережі та запуск підключення з використанням вказаних облікових даних. Додатково задається кореневий сертифікат для захищеного з'єднання з сервером Telegram. Після успішного підключення до мережі виводиться IP-адреса пристрою. Платформа Blynk також ініціалізується з відповідним токеном автентифікації, після чого на дисплей виводиться повідомлення про успішне підключення до Wi-Fi та Blynk.

Завершальним етапом є конфігурація камери ESP32-CAM. Створюється структура `camera_config_t`, у яку вносяться всі параметри підключення пінів, частота генератора XCLK, формат зображення (JPEG), а також розмір кадру та якість стиснення. У разі наявності додаткової пам'яті PSRAM встановлюється вища роздільна здатність (UXGA) та більша кількість буферів кадру.

Після цього виконується ініціалізація камери за допомогою функції `esp_camera_init()`. У разі помилки виводиться відповідне повідомлення, і пристрій перезавантажується. Якщо камера ініціалізується успішно, то змінюється початковий розмір кадру на CIF для забезпечення кращої продуктивності на старті.

Загалом, функція `setup()` виконує комплексну підготовку всієї системи до роботи — від ініціалізації периферійних пристроїв до встановлення мережових з'єднань та запуску камери.

3.2.3 Функція `loop`

Функція `loop()` реалізує основний алгоритм роботи системи виявлення алкоголю та періодично виконується мікроконтролером для обробки даних, відображення інформації, керування виконавчими пристроями, надсилання повідомлень і взаємодії з хмарними сервісами (рис. 3.4).

Ця функція починається з опитування зовнішнього АЦП ADS1115, зчитуючи значення напруги з каналу A0, до якого підключено вихід сенсора алкоголю. Отримане сире значення калібрується шляхом нормалізації за допомогою функції `map()`, що дозволяє перевести показник у концентрацію алкоголю в мг/л.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void loop() {
    int16_t raw = ads.readADC_SingleEnded(0); // Зчитування з А0
    // Нормалізація (калібрування)
    alcohol_mg_per_l = map(raw, 0, 65535, 0, 300) / 100.0;
    alcohol_promille = alcohol_mg_per_l * 2.1;
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("mg/L: "); display.println(alcohol_mg_per_l, 2);
    display.print("Promille: "); display.println(alcohol_promille, 2);
    if (alcohol_promille < 0.25) {
        alcoholDetected = false;
        status = "Sober";
    } else if (alcohol_promille < 0.5) {
        alcoholDetected = true;
        status = "Tipsy";
        if (millis() - lastAlertTime > alertInterval_2s) {
            digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
            digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
            digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
            delay(2000);
            digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
            digitalWrite(LED_PIN, LOW);
            lastAlertTime = millis();
        }
    } else if (alcohol_promille < 1) {
        status = "Drunk";
        if (millis() - lastAlertTime > alertInterval_1s) {
            digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
            digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
            digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
            delay(1000);
            digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
            digitalWrite(LED_PIN, LOW);
            lastAlertTime = millis();
        }
    }
}

```

Рисунок 3.4 – Фрагмент коду функції loop()

Потім ця концентрація перетворюється у проміле за допомогою коефіцієнта 2.1. Результати обчислень виводяться на OLED-дисплей, де також вказується статус водія залежно від виявленого рівня алкоголю.

На основі розрахованого значення проміле система визначає один із чотирьох станів: "Sober" (тверезий), "Tipsy" (легке сп'яніння), "Drunk" (середнє або важке сп'яніння). Якщо рівень алкоголю перевищує допустимий поріг, активується світлова та звукова сигналізація, вмикається реле (наприклад, для блокування двигуна), а також оновлюється таймер останнього сповіщення.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість сигналізації залежить від рівня сп'яніння – чим вищий показник, тим частіше активується сигналізація.

Для візуалізації рівня алкоголю на дисплеї виводиться динамічна горизонтальна шкала, яка змінюється відповідно до показів сенсора. Це дозволяє швидко оцінити стан водія навіть без читання числових значень.

Далі перевіряється, чи встановлений прапорець `sendPhoto`, що означає необхідність надіслати фото з камери. У такому разі викликається функція `sendPhotoTelegram()` і прапорець скидається. Якщо було виявлено алкоголь (змінна `alcoholDetected` стала істинною), надсилається відповідне текстове повідомлення в Telegram, ініціюється зйомка та передача фото, після чого прапорець знову скидається.

Окремий блок функції відповідає за опитування бота Telegram з певною періодичністю. Якщо минуло достатньо часу від останнього запиту, перевіряється наявність нових повідомлень, і при їх отриманні викликається функція обробки команд користувача `handleNewMessages()`.

Наприкінці кожного циклу функція `loop()` викликає обробник `Blynk.run()`, який забезпечує взаємодію з хмарною платформою Blynk. Також передаються актуальні значення концентрації алкоголю, проміле та текстовий статус у відповідні віртуальні піни, щоб інформація була доступна для користувача в мобільному застосунку Blynk.

Отже, функція `loop()` забезпечує повний цикл: зчитування даних, аналіз, відображення, керування виконавчими пристроями, повідомлення в Telegram і передавання на платформу Blynk, реалізуючи основну логіку роботи системи виявлення алкоголю.

3.2.4 Функція `sendPhotoTelegram`

Функція `sendPhotoTelegram()` відповідає за створення фотографії за допомогою камери модуля ESP32-CAM та надсилання її в чат Telegram через API Telegram-бота (рис. 3.5). Вона реалізує повний цикл: зйомку, підготовку запиту, надсилання даних та обробку відповіді сервера.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

String sendPhotoTelegram(){
    const char* myDomain = "api.telegram.org";
    String getAll = "";
    String getBody = "";
    camera_fb_t * fb = NULL;
    fb = esp_camera_fb_get();
    if(!fb) {
        Serial.println("Camera capture failed");
        delay(1000);
        ESP.restart();
        return "Camera capture failed";
    }
    Serial.println("Connect to " + String(myDomain));
    if (clientTCP.connect(myDomain, 443)) {
        Serial.println("Connection successful");
        String head = "--RandomNerdTutorials\r\nContent-Disposition: form-data; name=\"chat_id\";
        chatId + "\r\n--RandomNerdTutorials\r\nContent-Disposition: form-data; name=\"photo\";
        filename=\"esp32-cam.jpg\"\r\nContent-Type: image/jpeg\r\n\r\n";
        String tail = "\r\n--RandomNerdTutorials--\r\n";
        uint16_t imageLen = fb->len;
        uint16_t extraLen = head.length() + tail.length();
        uint16_t totalLen = imageLen + extraLen;
        clientTCP.println("POST /bot"+BOTtoken+"/sendPhoto HTTP/1.1");
        clientTCP.println("Host: " + String(myDomain));
        clientTCP.println("Content-Length: " + String(totalLen));
        clientTCP.println("Content-Type: multipart/form-data; boundary=RandomNerdTutorials");
        clientTCP.println();
        clientTCP.print(head);
        uint8_t *fbBuf = fb->buf;
        size_t fbLen = fb->len;
        for (size_t n=0;n<fbLen;n=n+1024) {
            if (n+1024<fbLen) {
                clientTCP.write(fbBuf, 1024);
                fbBuf += 1024;
            }
            else if (fbLen%1024>0) {
                size_t remainder = fbLen%1024;
                clientTCP.write(fbBuf, remainder);
            }
        }
        clientTCP.print(tail);
        esp_camera_fb_return(fb);
        int waitTime = 10000; // timeout 10 seconds
        long startTimer = millis();
        boolean state = false;
        while ((startTimer + waitTime) > millis()){
            Serial.print(".");
            delay(100);
            while (clientTCP.available()) {
                char c = clientTCP.read();
                if (state==true) getBody += String(c);
                if (c == '\n') {
                    if (getAll.length()==0) state=true;
                    getAll = "";
                }
            }
        }
    }
}

```

Рисунок 3.5 – Фрагмент коду функції sendPhotoTelegram()

На вхід функція не приймає жодних параметрів, натомість повертає рядок із результатом виконання – відповіддю від сервера Telegram або повідомленням про помилку.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робота функції починається з оголошення змінних: myDomain, що містить адресу сервера Telegram (api.telegram.org), та двох рядків — getAll і getBody, які пізніше використовуються для зберігання відповіді сервера. Далі виконується спроба отримати кадр із камери через esp_camera_fb_get().

Якщо кадр отримано успішно, встановлюється захищене з'єднання з сервером Telegram на порту 443. Після підтвердження з'єднання формується заголовок HTTP POST-запиту з multipart-форматом, що відповідає вимогам API для надсилання зображень. У заголовку вказується chat_id — ідентифікатор чату, у який потрібно надіслати фото, а також інформація про файл.

Після формування заголовка і тіла запиту виконується надсилання HTTP-запиту методом POST на маршрут /bot<TOKEN>/sendPhoto. Спочатку передається заголовок (head), потім вміст зображення. Оскільки буфер камери може містити багато байтів, передавання здійснюється поетапно блоками по 1024 байти, що дозволяє уникнути перевантаження буфера зв'язку. Якщо залишок останнього блоку менший за 1024 байти, він надсилається окремо.

Після завершення передачі зображення додається кінець повідомлення (tail), і отриманий кадр звільняється за допомогою esp_camera_fb_return(fb). Далі функція переходить до очікування відповіді від сервера протягом 10 секунд. У циклі відстежується надходження байтів через clientTCP.available(), і текст відповіді поступово накопичується в змінну getBody. Як тільки сервер починає надсилати тіло відповіді (після заголовків), активується прапорець state, і далі всі символи зберігаються. Після завершення обміну функція закриває з'єднання через clientTCP.stop() і виводить у консоль відповідь від Telegram-сервера. Якщо ж з'єднання з сервером встановити не вдалося, відповідний рядок про помилку заноситься в getBody та також повертається як результат функції.

Функція sendPhotoTelegram() забезпечує надійне створення та надсилання фото в чат Telegram, включаючи обробку можливих збоїв і підтвердження доставки зображення. Її реалізація враховує обмеження апаратного забезпечення та мережевого з'єднання, що є критично важливим у вбудованих системах реального часу.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Реалізація віддаленого моніторингу

3.3.1 Реалізація взаємодії з IoT-платформою Blynk

Для розробки комп'ютеризованої системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів важливим компонентом є інтеграція з хмарною IoT-платформою, що забезпечує віддалений моніторинг даних сенсорів.

Для реалізації функціоналу передавання та візуалізації даних у комп'ютеризованій системі підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів було використано платформу Blynk, яка забезпечує зручну інтеграцію IoT-пристроїв з мобільним додатком та хмарною інфраструктурою.

На першому етапі було створено обліковий запис користувача в мобільному застосунку Blynk IoT, після чого – сформовано новий проєкт. У процесі налаштування було обрано тип пристрою “ESP32” та встановлено спосіб з'єднання “WiFi”. Після створення проєкту система автоматично згенерувала токен авторизації, який було надіслано на електронну пошту. Цей токен згодом було вставлено в програмний код прошивки для ESP32-CAM, що забезпечило аутентифікацію пристрою на сервері Blynk.

Після цього в розділі Datastreams були налаштовані віртуальні V-піни (рис. 3.6).

Datastreams

Search datastream

ID	Name	Pin	Color	Data Type	Units	Is Raw	Min	Max
1	Alcohol	V0		Double		false	0	5
2	BAC	V1		Double		false	0	5
3	Driver status	V2		String		false		

Рисунок 3.6– Налаштування змінних в Blynk

Для виведення інформації на екран мобільного додатку були додані відповідні віджети (рис. 3.7): Gauge (V0) — для виведення значення концентрації алкоголю в міліграмах на літр (mg/L); Gauge (V1) — для виведення значення в проміле (‰); Chart (V1) — для відображення кривої зміни значення концентрації алкоголю в проміле; Label (V2) — для відображення статусу користувача.

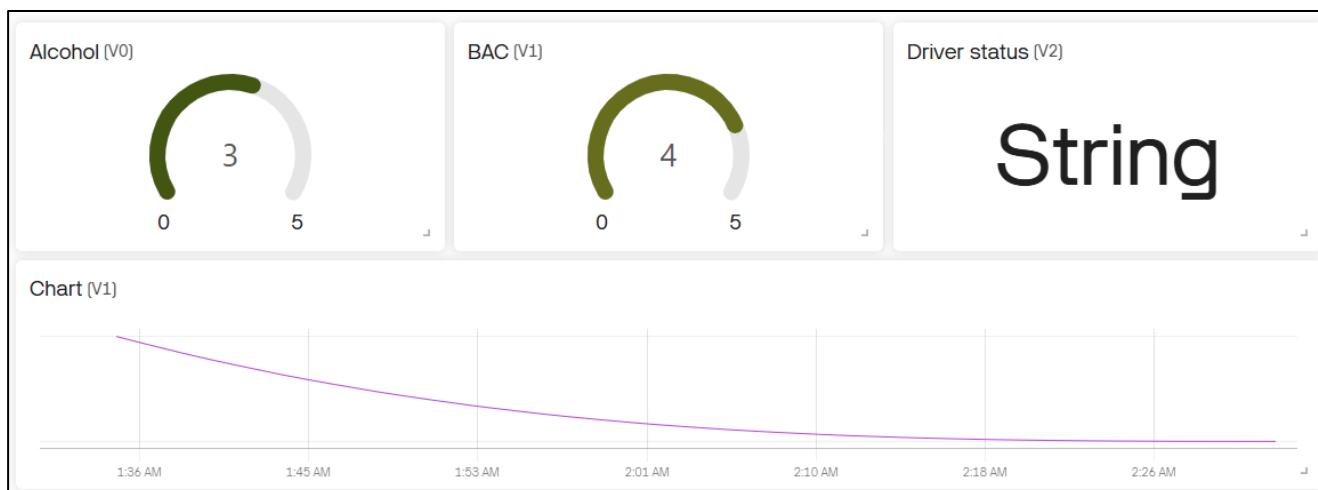


Рисунок 3.7 – Додавання віджетів для відображення результатів моніторингу

У прошивці ESP32-CAM було реалізовано передачу даних на платформу через відповідні функції Blynk API. Також було налаштовано обробку подій, яка дозволяла автоматично надсилати повідомлення у застосунок при перевищенні заданого порогу. Таким чином, було забезпечено інформування користувача в реальному часі про потенційно небезпечні ситуації.

У результаті платформа Blynk була успішно інтегрована в систему, забезпечивши наочне відображення параметрів, віддалений моніторинг стану системи та отримання сповіщень без необхідності прямого підключення до пристрою. Це значно підвищило зручність використання та функціональність розробленої системи.

3.3.2 Створення Telegram-бота

Для реалізації функціоналу надсилання фотографій із системи на базі ESP32-CAM до месенджера Telegram необхідно було створити й налаштувати власного

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Telegram-бота. Цей бот виступає посередником між вбудованим пристроєм та користувачем, забезпечуючи зручний канал сповіщення про виявлені події, зокрема перевищення допустимого рівня парів алкоголю, і дозволяє надсилати фотознімки безпосередньо в обраний чат.

Процес створення Telegram-бота реалізований з використання офіційного бота BotFather, який є інструментом для керування іншими ботами в Telegram. Створення нового бота виконувалось командою /newbot, у відповідь на яку було введене ім'я бота і унікальне ім'я користувача (username), що закінчується на "bot".

Після успішного створення бот-майстер надав унікальний токен доступу (API Token) – рядок, який використовується для авторизації при зверненні до Telegram Bot API. Цей токен був вставлений в прошивці ESP32 для ідентифікації запитів при надсиланні повідомлень або зображень. Наступним кроком було визначення chat ID – ідентифікатора чату, у який надсилатимуться фото.

Таким чином, створення та налаштування Telegram-бота передбачало кілька простих, але важливих етапів: створення через @BotFather, отримання токена та chat ID, інтеграція у програмний код мікроконтролера й забезпечення безпечної комунікації з сервером Telegram. Цей підхід дозволяє реалізувати ефективний і зручний для користувача інтерфейс взаємодії з пристроєм моніторингу.

3.4 Результати роботи системи

У процесі розробки та впровадження комп'ютеризованої системи для моніторингу концентрації парів алкоголю в салоні транспортного засобу було проведено низку тестувань, що мали на меті перевірку коректності роботи всіх апаратних та програмних компонентів.

Тестування початково охоплювало перевірку роботи сенсорного модуля MQ-3 у поєднанні з ADS1115. Було проведено калібрування в умовах чистого повітря, після чого проводилися контрольовані впливи етанолу в різних концентраціях. В результаті вдалось досягти стабільного та чутливого зчитування сигналу, при якому навіть незначне перевищення допустимої концентрації

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алкоголю (0.25 проміле) викликало активацію сигналізації. Усі значення успішно відображалися на OLED-дисплеї, а також в режимі реального часу передавалися у мобільний застосунок Blynk через віртуальні піни.

Під час роботи системи відображалися як абсолютні значення у міліграмах на літр (mg/L) та проміле, так і індикатор статусу (наприклад, “Sober”, “Tipsy”, “Drunk”), що дозволяло оперативно оцінити ситуацію навіть без підключення до мобільного застосунку. Водночас візуальна індикація супроводжувалась спрацьовуванням звукового сигналу, LED-індикації та управлінням реле запалювання – у випадку високої концентрації алкоголю реле розмикалося, імітуючи блокування запуску двигуна (рис. 3.8).

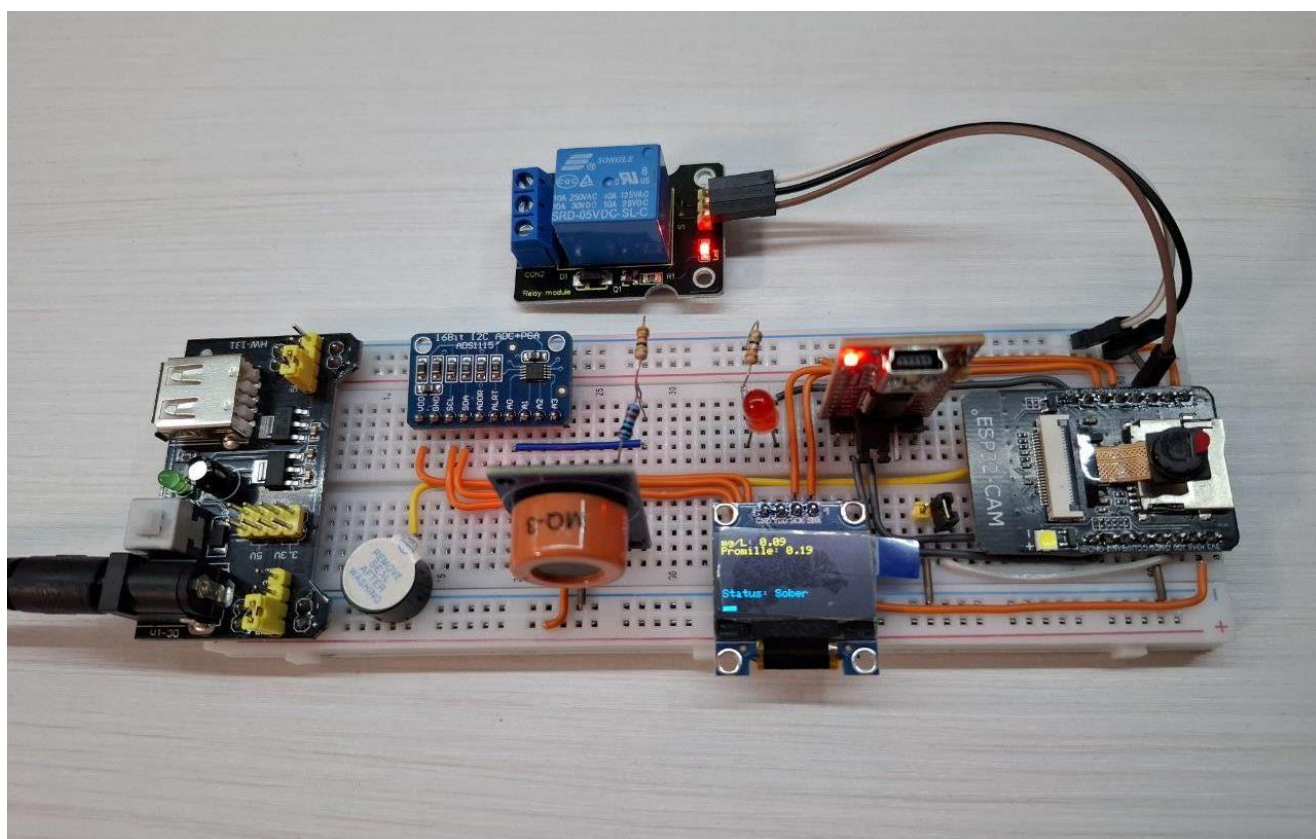


Рисунок 3.8 – Результати тестування прототипу розробленої системи

Окрім цього, при перевищенні порогового значення активувалась камера ESP32-CAM, яка виконувала захоплення зображення та надсилала фото до Telegram-бота (рис. 3.9).

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



Рисунок 3.9 – Результати надсилання фото до Telegram-бота

Також було забезпечено передачу даних через Wi-Fi до хмарного сервісу Blynk (рис. 3.10). Особливу увагу було приділено стабільності з'єднання з Wi-Fi мережею та сервісом Blynk. Були протестовані сценарії з різним рівнем сигналу Wi-Fi – при слабкому сигналі система спрацьовувала із затримкою, однак функціональність не порушувалася.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

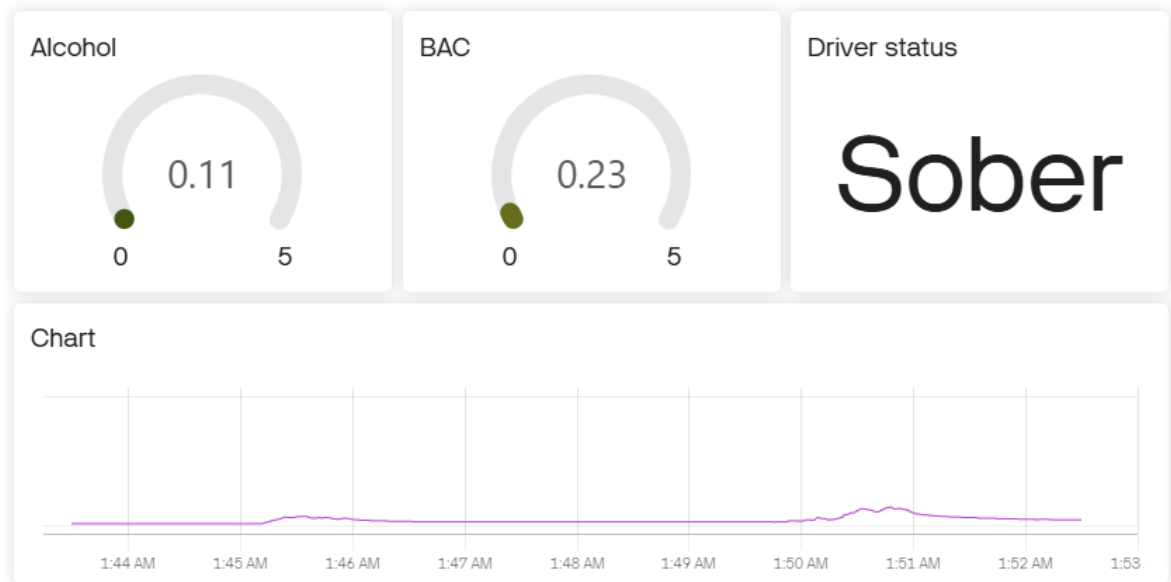


Рисунок 3.10 – Результати тестування системи в платформі Blynk

Результати тестування підтвердили стабільну та надійну роботу системи у змінній апаратній конфігурації. Використання ADS1115 дало змогу досягти вищої точності при вимірюваннях порівняно з вбудованим АЦП мікроконтролера ESP32, що є особливо важливим у критичних застосуваннях, пов'язаних із безпекою. Таким чином, оновлена структура системи в повній мірі забезпечує виконання поставлених функцій з моніторингу, сигналізації, керування та збереження інформації.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Надзвичайні ситуації: визначення, причини, класифікація

Щодня у світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей та/або до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями (НС).

Загальні ознаки НС: наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності; заподіяння економічних збитків; істотне погіршення стану довкілля. До надзвичайних ситуацій призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі, як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти.

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю. Це – вихід з ладу машин, механізмів, пристроїв, комунікацій внаслідок порушення технології виробництва, правил експлуатації, правил безпеки, помилок, які допущені при проектуванні, будівництві, а також внаслідок стихійних лих.

Події природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вражати людей, об'єкти економіки та довкілля, називаються небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Надзвичайні ситуації мають різні масштаби за кількістю жертв, кількістю людей, що стали хворими чи каліками, кількістю людей, яким завдано моральної шкоди, за розмірами економічних збитків, площею території, на якій вони розвивались.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Яворський К.А.			Безпека життєдіяльності, основи охорони праці		
Перевірів		Паламар А.М.					
Консульт.		Пилипець М.І.					
Н. Контр.		Тиш Є.В.					
Зав. каф.		Осуківська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушив
						54	6
					ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42		

Вагомість надзвичайної ситуації визначається передусім кількістю жертв та ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто рівнем системи «людина – життєве середовище» (ЛЖС), якої вона торкнулася, і розміром шкоди, завданої цій системі. Виходячи з ієрархії систем ЛЖС [31]:

- індивідуальні надзвичайні ситуації, коли виникає загроза для порушення життєдіяльності лише однієї особи;
- надзвичайні ситуації рівня мікроколективу, тобто коли загроза їх виникнення чи розповсюдження наслідків стосується сім'ї, виробничої бригади, пасажирів одного купе;
- надзвичайні ситуації рівня колективу;
- надзвичайні ситуації рівня макроколективу;
- надзвичайні ситуації для жителів міста, району;
- надзвичайні ситуації для населення області;
- надзвичайні ситуації для населення країни;
- надзвичайні ситуації для жителів континенту;
- надзвичайні ситуації для всього людства.

Чим більшу кількість людей обходить надзвичайна ситуація, тим більшу територію вона охоплює. І навпаки, при більшій площі поширення катастрофи чи стихійного лиха від нього страждає більша кількість людей. Через це в основу існуючих класифікацій надзвичайних ситуацій за їх масштабом найчастіше кладуть територіальний принцип, за яким надзвичайні ситуації поділяють на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні (загальнопланетарні).

Локальні надзвичайні ситуації відповідають рівню системи ЛЖС з однією особою та мікроколективом; об'єктові – системам з рівнем колектив, макроколектив; місцеві – системам, в які входить населення міста або району; регіональні – області; загальнодержавні – населення країни.

До роботи в районі надзвичайної ситуації необхідно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів. Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів. 15 липня 1998 р. Постановою Кабінету Міністрів України № 1099 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» затверджено «Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій». Згідно з цим Положенням залежно від територіального поширення, обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють чотири рівні надзвичайних ситуацій [31].

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох і більше областей або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення) Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області України, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету

Надзвичайна ситуація місцевого рівня – це надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно небезпечного об'єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету. До місцевого рівня також належать всі надзвичайні ситуації, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно небезпечних об'єктів [32].

Надзвичайна ситуація об'єктового рівня – це надзвичайна ситуація, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

об'єкта або на самому об'єкті і наслідки якої не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони.

Для організації ефективної роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідації їхніх наслідків, зниження масштабів втрат та збитків дуже важливо знати причини їх виникнення та володіти теорією виникнення катастроф. Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій за характером походження подій, котрі зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняє чотири класи надзвичайних ситуацій — надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного, військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на групи, які містять конкретні їх види [32].

4.2 Надзвичайні ситуації при експлуатації транспортних засобів

Наявність в Україні розвиненої мережі транспортних комунікацій, перевезення ними у великій кількості потенційно небезпечних речовин, стан самих комунікацій і транспортних засобів часто стають загрозливими для населення, економіки та природного середовища. Щорічно в Україні транспортом загального користування перевозиться понад 900 млн. вантажів (у тому числі небезпечних) і понад 3,0 млрд. пасажирів.

На залізничний транспорт припадає близько половини вантажних перевезень, на автомобільний – 26 %, річковий і морський – 14 %, авіаційний – 10 %. Зношення основних фондів залізничного транспорту є основною причиною аварій і катастроф. Особливу тривогу викликає критичний стан під'їзних залізничних колій, якими транспортуються сильнодіючі отруйні речовини, пожежо- та вибухонебезпечні речовини. На автомобільному транспорті щодня відбувається 95-100 ДТП, в яких гине 18-20 і травмується понад 100 пасажирів. Автотранспорт є джерелом істотного атмосферного повітря, особливо у великих містах [33].

Експлуатація транспортних засобів завжди супроводжується ризиком виникнення надзвичайних ситуацій, які можуть призвести до травмування людей, матеріальних збитків та екологічних наслідків. Аналіз причин таких ситуацій та

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розробка заходів безпеки є важливими для зменшення аварійності та підвищення рівня охорони праці.

Причини НС на транспорті можна умовно розділити на технічні, людські та зовнішні фактори. До технічних причин належать відмова гальмівної системи, рульового управління або інших критичних вузлів, несправність шин, що може призвести до втрати керованості, а також відмови електронних систем безпеки (ABS, ESP). Недостатнє технічне обслуговування транспортного засобу також є значним ризиком.

Людський фактор відіграє ключову роль у виникненні ДТП. Порушення правил дорожнього руху, перевищення швидкості, проїзд на червоне світло, втома та сонливість водія, вживання алкоголю або наркотичних речовин перед керуванням, а також недостатній рівень підготовки водія значно підвищують ризик аварій.

Зовнішні фактори також можуть спричинити НС. До них належать небезпечні погодні умови (ожеледь, туман, сильний дощ), поганий стан дорожнього покриття (ями, відсутність розмітки), недостатнє освітлення дороги в нічний час, а також несподівані перешкоди (тварини, пішоходи, інші транспортні засоби).

Заходи безпеки при виникненні аварійної ситуації чи аварії на автомобільному транспорті [34]:

- зберігати самовладання, управляти машиною до останньої можливості;
- не залишати машину до її зупинки, дослідження показують, що в цьому випадку шансів вижити у 10 разів більше;
- зробити все, щоб уникнути зустрічного удару: кювет, паркан, чагарник, навіть дерево;
- якщо немає іншої можливості, перевести зустрічний удар в ковзний бічний.

Коли удар не зупинити, найголовніше – перешкоджати своєму переміщенню вперед і захистити голову. Для цього ногами впертися в підлогу, руками, напружуючи всі м'язи, в кермо, голову нахилити вперед, між рук.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водій повинен «застигнути» за кермом, намагаючись при цьому пом'якшити майбутнє зіткнення. Пасажи́р повинен закрити голову руками і завалитися на бік, притиснувшись до сидіння – це дозволить уникнути травм від удару об тверді предмети. Пасажи́ри, які знаходяться на задньому сидінні, повинні постаратися впасти на підлогу.

Якщо з вами поруч дитина, її потрібно міцно притиснути, закрити собою і так само впасти на бік. Найбільш небезпечне місце для пасажи́ра – переднє сидіння, тому ПДР забороняють перебувати там дітям до 14 років.

Після того, як удар стався, насамперед треба визначитися, де, в якому місці автомобі́ля і в якому положенні ви знаходитесь, чи не горить, чи не підтікає бензин (особливо при перекиданні). Залежно від ситуації рухайтесь до виходу через двері або вікно. Якщо двері відразу не відкрилися, намагатися натискати на них, швидше за все, це безглуздо, вони заклинені, і треба, відкривати або розбивати вікна.

Щоб мінімізувати ризики НС при експлуатації транспортних засобів, необхідно дотримуватися таких заходів [34]:

- регулярне технічне обслуговування автомобі́ля, перевірка гальм, шин, освітлення та інших систем;
- дотримання правил дорожнього руху, особливо в умовах поганої видимості або складних погодних умов;
- контроль стану водія перед поїздкою, уникнення керування у стані втоми, стресу або після вживання алкоголю;
- навчання водіїв діям у критичних ситуаціях (екстрене гальмування, маневрування);
- використання пасивних засобів безпеки (ремені безпеки, подушки безпеки, дитячі крісла);
- покращення інфраструктури, зокрема якісне дорожнє покриття, належне освітлення, встановлення попереджувальних знаків.

Працівники, які використовуватимуть систему для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів, повинні дотримуватися правил дорожнього руху та регулярно здійснювати технічний контроль стану автомобі́ля.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи розроблено комп'ютеризовану систему для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів. Основні результати цієї роботи:

1. Проаналізовано технічне завдання та сформульовано основні вимоги до комп'ютеризованої системи. Визначено функціональні можливості, яким має відповідати система, а також здійснено огляд існуючих аналогічних рішень. Встановлено, що більшість сучасних рішень орієнтовані на фіксацію подій, тоді як запропонована система забезпечує їх попередження та своєчасне реагування.

2. Розроблено структуру апаратної частини системи, до складу якої входять мікроконтролер ESP32-CAM, давач MQ-3 для виявлення парів алкоголю, модуль АЦП ADS1115, OLED-дисплей, модуль реле, світлодіодний індикатор та п'єзодинамік. Обґрунтовано вибір елементної бази відповідно до заданих вимог щодо функціональності, енергоспоживання, вартості й надійності.

3. Сформовано алгоритм функціонування системи, який забезпечує аналіз даних із сенсорів, порівняння з пороговими значеннями, активацію світлової та звукової сигналізації, блокування запалювання, передавання даних на платформу Blynk, фіксацію фото з камери та надсилання на Telegram. Реалізовано ПЗ для мікроконтролера, що забезпечує взаємодію всіх компонентів системи.

4. Проведено тестування створеного пристрою в лабораторних умовах. Перевірено стабільність зчитування сенсорних даних, правильність реагування на критичні значення, функціональність виконавчих пристроїв і передавання даних до хмарного сервісу Blynk та в Telegram. Система продемонструвала стабільну роботу та відповідність поставленим вимогам.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алкотестер з LCD дисплеєм. URL: <https://loco.in.ua/alkotester-z-lcd-dyspleiem-vid-batareiok-tester-na-alkohol-alkometr-alkotester-portatyvnyi/> (дата звернення: 16.02.2025).

2. Алкоблокіратор Drager INTERLOCK 7000. URL: <https://uni-mart.com.ua/ua/p1373589432-alkoblokirator-drager-interlock.html> (дата звернення: 17.02.2025).

3. Алкотестер АлкоФор s30. Алкозамок. URL: <https://medi-shop.com.ua/alkotester-alkofo-s30-alkozamok-alkoblokirator> (дата звернення: 18.02.2025).

4. Модуль Wi-Fi ESP32-CAM з камерою 2MP. URL: <https://arduino.ua/prod3458-modyl-wi-fi-esp32-s-kameroi-2mp> (дата звернення: 19.02.2025).

5. Модуль датчика алкоголю MQ-3. URL: <https://arduino.ua/prod1240-modyl-datchika-alkogolya-mq-3> (дата звернення: 20.02.2025).

6. Модуль ADC 16-bit I2C ADS1115 (PGA) для Arduino. URL: <https://arduino.ua/prod7231-modyl-adc-16-bit-i2c-ads1115-pga-dlya-arduino> (дата звернення: 21.02.2025).

7. OLED дисплей 0.96" I2C 128x64. URL: <https://arduino.ua/prod1178-oled-displei-0-96-i2c-128x64-jelto-sinii> (дата звернення: 22.02.2025).

8. Живлення для макетної плати 5В /3.3В. URL: <https://arduino.ua/prod287-pitanie-dlya-maketnoi-plati-5v-3-3v> (дата звернення: 23.02.2025).

9. Жаровський Р.О., Луцик Н.С., Осухівська Г.М., Паламар А.М., Тиш Є.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.

10. Луцків А., Лупенко С., Пасічник В. Паралельні та розподільнені обчислення. Навчальний посібник. Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2024. 566 с.

11. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Львів: «Магнолія 2006», 2024. 256 с.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

13. Palamar A., Karpinskyy M. Control of an Uninterruptible Power Supply in a DC Microgrid System. 10th International Symposium Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 10-15, 2011), Pärnu, Estonia, 2011. P. 80-84.

14. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.

15. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania, September 21–23, 2017. Vol. 2. P. 1051–1055.

16. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ, Тернопіль: ТНТУ, 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

17. Погребенник В.Д., Клим Г.І., Бордун І.М., Пташник В.В., Паламар А.М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

18. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

19. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Stadnyk M., Palamar A. Project management features in the cybersecurity area. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 106, No 2. P. 54–62.
21. Palamar A., Palamar M. Fire Safety Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2023. 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023), Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. Vol. 3468. P. 164-172.
22. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2023), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.
23. Voloshchuk A., Velychko D., Osukhivska H., Palamar A. Computer system for energy distribution in conditions of electricity shortage using artificial intelligence. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2024), Ternopil, Ukraine, June 12-14, 2024. Vol. 3742 P. 66-75.
24. Voloskyi V., Leshchyshyn Y., Romanyshyn N., Palamar A., Tarasenko L. Method and algorithm for efficient cell balancing in the lithium-ion battery control system. CEUR Workshop Proceedings, The 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024), Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. Vol. 3842. P. 258-267.
25. Palamar A., Stadnyk M., Palamar M. Adaptive PID regulation method of uninterruptible power supply battery charge current based on artificial neural network. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 107, No 3. P. 5–13.
26. Palamar A., Voloskyi V., Kramar O., Kramar T., Stankevych O., Yatsyshyn V. Information computer system with a virtual tour for cultural heritage preservation of the Zbarazh Castle Museum's exhibition hall. CEUR Workshop Proceedings, The 3rd International Workshop on Social Communication and Information Activity in Digital Humanities (SCIA 2024), Lviv, Ukraine, October 31, 2024. Vol. 3851. P. 6-16.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Palamar M., Horyn T., Palamar A., Batuk V. Method of calibration MEMS accelerometer and magnetometer for increasing the accuracy determination angular orientation of satellite antenna reflector. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 108, No 4. P. 79–88.

28. Yatsyshyn V., Pastukh O., Kukharska V., Palamar A., Kulikov S. Method and tool of detecting software architecture patterns in the process of computer systems development. CEUR Workshop Proceedings, 4th International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2024), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, October 23-25, 2024. Vol. 3896. P. 12-24.

29. Palamar M., Nakonetchnyi Y., Palamar A., Strembitskyi M., Apostol Y. Modernization of the azimuth drive design for the antenna system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2025. Vol 117, No 1, P. 54–61.

30. Паламар А., Палій Р. Система моніторингу технічного стану транспортних засобів на основі технології інтернету речей. Матеріали V науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології", Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 77.

31. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності : підручник / В. В. Зацарний. Київ : Каравела, 2023. 344 с.

32. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підруч. / В.В. Сокурєнко, О.М. Бандурка та ін. – Харків : ХНУВС, 2021. 308 с.

33. Бедрій Я.І. Основи охорони праці : навч. посіб. 4-е вид. перероб. і доп. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2018. 240 с.

34. Яремко З.М. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Ів. Франка, 2017. 301 с.

					КС КРБ 123.248.00.00 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедрою КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2025 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на ____ 8 ____ листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н. Паламар А.М.

“ ____ ” _____ 2025 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІ-42

_____ Яворський К.А.

“ ____ ” _____ 2025 р.

Тернопіль 2025

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.248.00.00.

1.2 Виконавець

Студент групи СІ-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Яворський Костянтин Андрійович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету (№ 4/7-53 від 27.01.2025 р.).

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 27.01.2025 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 26.06.2025 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ISO, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи. Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи – наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Система призначена для контролю стану водія перед початком руху та під час керування транспортним засобом, зокрема для запобігання керуванню у стані алкогольного сп'яніння.

2.2 Мета створення системи

Основною метою створення системи є підвищення безпеки дорожнього руху шляхом запобігання аваріям, спричиненим керуванням у нетверезому стані або недотриманням правил безпеки.

2.3 Характеристика об'єкту

Об'єктом керування є транспортний засіб, у якому встановлюється система. Система складається з давача парів алкоголю, мікроконтролера ESP32, світлодіодних індикаторів, звукового сигналізатора, модуля зв'язку та інших необхідних апаратних компонентів.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Система призначена для виявлення наявності парів алкоголю в повітрі поблизу водія транспортного засобу з метою запобігання керуванню у нетверезому стані. У разі перевищення встановленого порогу концентрації алкоголю система повинна заборонити запуск двигуна, зафіксувати подію за допомогою камери, зберегти фото та надіслати повідомлення користувачу через IoT платформу. Система повинна бути автономною, енергоефективною, надійною в роботі та адаптованою до умов експлуатації в транспортному засобі.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Система повинна мати модульну структуру, що включає сенсорну частину (давач алкоголю), виконавчі пристрої (реле блокування запуску двигуна), модуль візуального контролю (камера), обчислювальний блок (мікроконтролер ESP32) та комунікаційний інтерфейс. Взаємодія між модулями має бути реалізована через внутрішні з'єднання на рівні логічних сигналів. Програмна логіка повинна забезпечити безперервний моніторинг параметрів, прийняття рішень відповідно до встановлених порогів та реагування в режимі реального часу.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Передавання даних між сенсорами, реле, камерою та мікроконтролером здійснюється через цифрові або аналогові входи/виходи та інтерфейси I2C або UART. Для зв'язку з хмарною платформою використовується бездротовий зв'язок. Обмін даними із сервером має бути захищеним, стабільним та адаптованим до можливих перебоїв з'єднання. Система повинна підтримувати повторні спроби підключення при втраті зв'язку.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система повинна працювати в основному режимі моніторингу, в якому постійно контролюється концентрація парів алкоголю. У разі виявлення перевищення встановленого порогу активується аварійний режим, що включає блокування реле, фіксацію фото та передавання повідомлення. Окрім основного режиму, має бути передбачений тестовий (діагностичний) режим для перевірки роботи сенсорів, зйомки фото та взаємодії з IoT платформою.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Система має бути розроблена з урахуванням можливості масштабування та подальшого розширення функціональності. Зокрема, передбачено можливість підключення додаткових сенсорів (наприклад, температури або газу), підключення GSM-модуля для надсилання SMS-повідомлень, розширення обчислювальних можливостей або інтеграції з іншими системами транспортного засобу. Архітектура програмного забезпечення повинна дозволяти гнучке оновлення логіки роботи через перепрошивку.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна забезпечувати надійне функціонування у стандартних умовах експлуатації транспортного засобу. Вона має бути стійкою до вібрацій, помірних змін температури, короткочасних збоїв живлення. Система повинна бути захищена від фізичних чи механічних пошкоджень на рівні апаратного та

програмного забезпечення. Надійність системи повинна забезпечувати відновлюваність функціонування у випадку збою апаратного чи програмного забезпечення.

Показники надійності системи для підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,8 %.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- зчитування концентрації парів алкоголю;
- порівняння з пороговим значенням;
- прийняття рішення щодо дозволу або заборони запуску двигуна;
- зйомка фото події;
- передавання даних на хмарну платформу;
- оповіщення користувача.

Додаткові функції можуть включати ведення логів, візуалізацію інформації через дисплей.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Апаратне забезпечення повинно включати: мікроконтролер ESP32, давач алкоголю MQ-3 або аналогічний, електронне реле для блокування системи запалювання, модуль камери, модуль живлення з можливістю підключення до автомобільного акумулятора, елементи індикації (світлодіоди, зумер), а також корпус або кріплення для встановлення у салоні.

Усі компоненти мають бути сумісними між собою за рівнями напруги та інтерфейсами, а також надійно закріплені з урахуванням умов експлуатації в середині транспортного засобу.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 1. структурна схема системи;
 2. схема електрична принципова;
 3. блок-схема алгоритму роботи;
 4. результати роботи системи.

*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання	27.01.2025 – 02.02.2025
2.	Аналіз технічного завдання, вимог до комп'ютерної системи, та можливих рішень поставленого завдання	03.02.2025 – 15.02.2025
3.	Розроблення структури, вибір апаратного забезпечення, проектування комп'ютеризованої системи	16.02.2025 – 26.02.2025
4.	Реалізація алгоритму, написання програмного забезпечення, тестування комп'ютеризованої системи	27.02.2025 – 01.05.2025
5.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	02.05.2025 – 10.05.2025
6.	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	11.05.2025 – 08.06.2025
7.	Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами	09.06.2025 – 15.06.2025
8.	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2025 – 22.06.2025
9.	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	26.06.2025

6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б

Перелік елементів

Додаток В

Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми мікроконтролера ESP32-CAM для реалізації системи підвищення безпеки експлуатації транспортних засобів.

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID      "xxxxxxGqabxxxxxx"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME    "Alcohol monitor"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN       "xxxxxxxxxxxxVhza-V5yxxxxxxxxxx"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <esp_camera.h>
#include "soc/soc.h"
#include "soc/rtc_cntl_reg.h"
#include "esp_camera.h"
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_ADS1X15.h> // ADS1115
// Wi-Fi i Blynk
char ssid[] = "xxxxxxxxxxxx";
char pass[] = "xxxxxxxxxxxx";
// ----- BLYNK VIRTUAL PINS -----
#define VPIN_ALCOHOL V0
#define VPIN_BAC V1
#define VPIN_LABEL V2
//#define VPIN_IMAGE V3
//#define VPIN_CHART V4
// Telegram
String chatId = "xxxxxxx";
// Initialize Telegram BOT
String BOTtoken = "xxxxxxxxLxo2wm35Zqxxxxxxxxxxxx";
bool sendPhoto = false;
WiFiClientSecure clientTCP;
UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, clientTCP);
// #define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Has PSRAM
// #include "camera_pins.h"
//CAMERA_MODEL_AI_THINKER
#define PWDN_GPIO_NUM      32
#define RESET_GPIO_NUM     -1
#define XCLK_GPIO_NUM       0
#define SIOD_GPIO_NUM      26
#define SIOC_GPIO_NUM      27
#define Y9_GPIO_NUM        35
#define Y8_GPIO_NUM        34
```

```

#define Y7_GPIO_NUM      39
#define Y6_GPIO_NUM      36
#define Y5_GPIO_NUM      21
#define Y4_GPIO_NUM      19
#define Y3_GPIO_NUM      18
#define Y2_GPIO_NUM       5
#define VSYNC_GPIO_NUM   25
#define HREF_GPIO_NUM    23
#define PCLK_GPIO_NUM    22
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET      -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);
Adafruit_ADS1115 ads; // створення об'єкта для ADS1115
#define FLASH_LED_PIN 4
bool flashState = LOW;
// Alcohol Sensor
bool alcoholDetected = false;
// Define I2C Pins
#define I2C_SCL      14
#define I2C_SDA      15
#define BUZZER_PIN   2
#define LED_PIN       4
#define RELAY_PIN    12
// Змінні
float alcohol_mg_per_l = 0.0;
float alcohol_promille = 0.0;
bool is_drunk = false;
unsigned long lastAlertTime = 0;
const unsigned long alertInterval_05s = 500; // 0.5 сек
const unsigned long alertInterval_1s = 1000; // 1 сек
const unsigned long alertInterval_2s = 2000; // 2 сек
String status;
// Порогові значення
const int analogThreshold = 10000; // умовний поріг для ADS1115
(значення до 32767)
int botRequestDelay = 1000; // mean time between scan messages
long lastTimeBotRan; // last time messages' scan has been done
void handleNewMessages(int numNewMessages);
String sendPhotoTelegram();
// Get sensor readings and return them as a String variable
String getReadings(){
    String message = "mg/L: " + String(alcohol_mg_per_l) + " \n";
    message += "Promille: " + String (alcohol_promille) + " \n";
    message += "Status: " + status + " \n";
    return message;
}
// Indicates when alcohol is detected
static void IRAM_ATTR detectsAlcohol(void * arg){
    //Serial.println("ALCOHOL DETECTED!!!");
    alcoholDetected = true;
}

```

```

void setup(){
  WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);
  Serial.begin(115200);
  pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
  Wire.begin(I2C_SDA, I2C_SCL);
  // 2. OLED дисплей
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.println("  Alcohol Detector  ");
  display.setCursor(0, 25);
  display.println("  by Yavorskyi K.A.  ");
  display.display();
  delay(2000);
  // 3. ADS1115
  if (!ads.begin()) {
    Serial.println("ADS1115 not found!");
    display.setCursor(0, 10);
    display.println("ADS1115 error!");
    display.display();
    while (1);
  }
  ads.setGain(GAIN_ONE); // ±4.096V, 1 bit = 125uV
  // 4. Выводи
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  // WiFi + Blynk
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  clientTCP.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT); // Add root
certificate for api.telegram.org
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("ESP32-CAM IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
  display.setCursor(20, 50);
  display.println("WiFi & Blynk OK");
  display.display();
  delay(2000);
}

```

```

camera_config_t config;
config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
//init with high specs to pre-allocate larger buffers
if(psramFound()){
    config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
    config.jpeg_quality = 10; //0-63 lower number means higher
quality
    config.fb_count = 2;
} else {
    config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
    config.jpeg_quality = 12; //0-63 lower number means higher
quality
    config.fb_count = 1;
}
// camera init
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    delay(1000);
    ESP.restart();
}
// Drop down frame size for higher initial frame rate
sensor_t * s = esp_camera_sensor_get();
s->set_framesize(s, FRAMESIZE_CIF); //
UXGA|SXGA|XGA|SVGA|VGA|CIF|QVGA|HQVGA|QQVGA
}

void loop(){
    int16_t raw = ads.readADC_SingleEnded(0); // Зчитування з A0
    // Нормалізація (калібрування)
    alcohol_mg_per_l = map(raw, 0, 65535, 0, 300) / 100.0;
    alcohol_promille = alcohol_mg_per_l * 2.1;

```

```

display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0, 0);
display.print("mg/L: "); display.println(alc_hol_mg_per_l, 2);
display.print("Promille: "); display.println(alc_hol_promille, 2);

if (alc_hol_promille < 0.25) {
    alc_hol_detected = false;
    status = "Sober";
} else if (alc_hol_promille < 0.5) {
    alc_hol_detected = true;
    status = "Tipsy";
    if (millis() - lastAlertTime > alertInterval_2s) {
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
        delay(2000);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        digitalWrite(LED_PIN, LOW);

        lastAlertTime = millis();
    }
} else if (alc_hol_promille < 1) {
    status = "Drunk";
    if (millis() - lastAlertTime > alertInterval_1s) {
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
        delay(1000);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        digitalWrite(LED_PIN, LOW);

        lastAlertTime = millis();
    }
} else {
    status = "Drunk";
    if (millis() - lastAlertTime > alertInterval_05s) {
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        digitalWrite(LED_PIN, LOW);

        lastAlertTime = millis();
    }
}

display.setCursor(0, 45);
display.println("Status: " + status);

// Візуальна шкала
int barWidth = map(raw, 0, 20000, 0, SCREEN_WIDTH);

```

```

display.fillRect(0, 60, barWidth, 4, SSD1306_WHITE);
display.display();
delay(1000);
if (sendPhoto){
    Serial.println("Preparing photo");
    sendPhotoTelegram();
    sendPhoto = false;
}
if(alcoholDetected){
    bot.sendMessage(chatId, "Alcohol detected!!", "");
    Serial.println("Alcohol Detected");
    sendPhotoTelegram();
    alcoholDetected = false;
}
if (millis() > lastTimeBotRan + botRequestDelay){
    int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received +
1);
    while (numNewMessages){
        Serial.println("got response");
        handleNewMessages(numNewMessages);
        numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received +
1);
    }
    lastTimeBotRan = millis();
}
// Blynk
Blynk.run();
Blynk.virtualWrite(VPIN_ALCOHOL, alcohol_mg_per_l);
Blynk.virtualWrite(VPIN_BAC, alcohol_promille);
Blynk.virtualWrite(VPIN_LABEL, status);
delay(1000);
}

String sendPhotoTelegram(){
    const char* myDomain = "api.telegram.org";
    String getAll = "";
    String getBody = "";
    camera_fb_t * fb = NULL;
    fb = esp_camera_fb_get();
    if(!fb) {
        Serial.println("Camera capture failed");
        delay(1000);
        ESP.restart();
        return "Camera capture failed";
    }

    Serial.println("Connect to " + String(myDomain));

    if (clientTCP.connect(myDomain, 443)) {
        Serial.println("Connection successful");

        String head = "--RandomNerdTutorials\r\nContent-Disposition:
form-data; name=\"chat_id\"; \r\n\r\n" + chatId + "\r\n--

```

```

RandomNerdTutorials\r\nContent-Disposition: form-data;
name=\"photo\"; filename=\"esp32-cam.jpg\"\\r\nContent-Type:
image/jpeg\\r\n\\r\n";
    String tail = "\\r\n--RandomNerdTutorials--\\r\n";

    uint16_t imageLen = fb->len;
    uint16_t extraLen = head.length() + tail.length();
    uint16_t totalLen = imageLen + extraLen;

    clientTCP.println("POST /bot"+BOTtoken+"/sendPhoto HTTP/1.1");
    clientTCP.println("Host: " + String(myDomain));
    clientTCP.println("Content-Length: " + String(totalLen));
    clientTCP.println("Content-Type: multipart/form-data;
boundary=RandomNerdTutorials");
    clientTCP.println();
    clientTCP.print(head);

    uint8_t *fbBuf = fb->buf;
    size_t fbLen = fb->len;
    for (size_t n=0;n<fbLen;n=n+1024) {
        if (n+1024<fbLen) {
            clientTCP.write(fbBuf, 1024);
            fbBuf += 1024;
        }
        else if (fbLen%1024>0) {
            size_t remainder = fbLen%1024;
            clientTCP.write(fbBuf, remainder);
        }
    }

    clientTCP.print(tail);

    esp_camera_fb_return(fb);

    int waitTime = 10000;    // timeout 10 seconds
    long startTimer = millis();
    boolean state = false;

    while ((startTimer + waitTime) > millis()){
        Serial.print(".");
        delay(100);
        while (clientTCP.available()) {
            char c = clientTCP.read();
            if (state==true) getBody += String(c);
            if (c == '\\n') {
                if (getAll.length()==0) state=true;
                getAll = "";
            }
            else if (c != '\\r')
                getAll += String(c);
            startTimer = millis();
        }
        if (getBody.length()>0) break;
    }

```

```

    }
    clientTCP.stop();
    Serial.println(getBody);
}
else {
    getBody="Connected to api.telegram.org failed.";
    Serial.println("Connected to api.telegram.org failed.");
}
return getBody;
}

void handleNewMessages(int numNewMessages){
    Serial.print("Handle New Messages: ");
    Serial.println(numNewMessages);

    for (int i = 0; i < numNewMessages; i++){
        // Chat id of the requester
        String chat_id = String(bot.messages[i].chat_id);
        if (chat_id != chatId){
            bot.sendMessage(chat_id, "Unauthorized user", "");
            continue;
        }

        // Print the received message
        String text = bot.messages[i].text;
        Serial.println(text);

        String fromName = bot.messages[i].from_name;

        if (text == "/flash") {
            flashState = !flashState;
            digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
        }
        if (text == "/photo") {
            sendPhoto = true;
            Serial.println("New photo request");
        }
        if (text == "/readings"){
            String readings = getReadings();
            bot.sendMessage(chatId, readings, "");
        }
        if (text == "/start"){
            String welcome = "Welcome to the ESP32-CAM Telegram bot.\n";
            welcome += "/photo : takes a new photo\n";
            welcome += "/flash : toggle flash LED\n";
            welcome += "/readings : request sensor readings\n\n";
            welcome += "You'll receive a photo whenever alcohol is
detected.\n";
            bot.sendMessage(chatId, welcome, "Markdown");
        }
    }
}
}

```