

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах  
Назва теми

КвРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ

Рівень вищої освіти перший

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»  
Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Шифр, назва

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

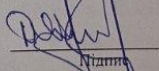
Виконав:

студент III курсу, група АКІТс-22-1

  
Підпис

Ілля БЕЗДІТНИЙ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

  
Підпис

Денис МАКАРИШКІН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

  
Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:  
зав. кафедри АКІТтаР

  
Підпис

Валерій МАРТИНЮК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«03» червня 2025 р.

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *інформаційних технологій*  
Кафедра *автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки*  
Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*  
Галузь знань *15 – Автоматизація та приладобудування*  
Спеціальність *151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології*  
Освітня програма *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології*

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри АКІТтаР  
Валерій МАРТИНЮК  
7 лютого 2025р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Бездітному Іллі Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах

Керівник роботи к.т.н., доцент Макаришкін Д.А.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету №23 від 07.02.2025



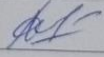
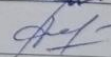
2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.2025р.

3 Вихідні дані до роботи Статистичні дані щодо кількості дорожньо-транспортних пригод. Методика проведення дослідження, Функціональні можливості автоматизованої системи виявлення аварій, що розробляється

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Огляд та аналіз підходів до виявлення аварій на транспортних засобах, Підбір обладнання для системи виявлення аварій на транспортних засобах, Моделювання роботи автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)  
презентаційні матеріали (слайди)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

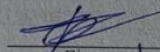
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7 Дата видачі завдання 7 лютого 2025р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

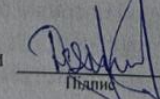
Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
1. Вступ	15.02.2025	Виконано
2. Огляд та аналіз підходів до виявлення аварій на транспортних засобах	30.02.2025	Виконано
3. Підбір обладнання для системи виявлення аварій на транспортних засобах	30.03.2025	Виконано
4. Моделювання роботи системи виявлення аварій на транспортних засобах	15.04.2025	Виконано
5. Написання статті на Міжнародну конференцію студентів та молодих вчених	30.04.2025	Виконано
6. Висновки	15.05.2025	Виконано
7. Оформлення пояснювальної записки до КРБ	20.05.2025	Виконано
8. Оформлення пояснювальної записки до КРМ	25.05.2025	Виконано
9. Оформлення презентаційних матеріалів	30.05.2025	виконано

Студент

  
Підпис

Ілля БЕЗДІТНИЙ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

  
Підпис

Денис МАКАРИШКІН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах».

Автор роботи: Бездітний І.О.

Керівник роботи: Макаришкін Д.А.

Пояснювальна записка: 75 с., 48 рис., 15 табл., 3 дод., 51 джерело.

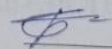
Графічна частина: 15 презентаційних слайдів

ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, ДАТЧИКИ, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, БЛОК-СХЕМА, МІКРОКОНТРОЛЕР, ВІДПРАВКА ПОВІДОМЛЕНЬ, ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ, ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНІ ПРИГОДИ

Метою роботи є розробка автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах із функціоналом для автоматичного сповіщення про виникнення аварії швидкої медичної допомоги та поліції. В роботі проведено підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Розроблена система передбачає автоматичну відправку повідомлення про настання аварії на транспортному засобі із зазначенням координат та автоматичного сповіщення поліції та швидкої медичної допомоги. В результаті запровадження такої системи в автомобіль можна значно пришвидшити процес виїзду швидкої медичної допомоги на місце аварії, що знизить ризик смертності постраждалих в результаті важкого травмування та невчасного надання медичної допомоги.

30.05.25





дата



Підпис

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ.....	7
1.1 Статистичні дані щодо дорожньо-транспортних пригод.....	7
1.2 Огляд та аналіз існуючих систем забезпечення безпеки на транспортних засобах.....	13
1.3 Постановка задач автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.....	21
1.4 Методика проведення дослідження.....	22
1.5 Висновки до першого розділу.....	24
2 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ.....	25
2.1 Мікроконтролер та модулі в автоматизованій системі виявлення аварій на транспортних засобах.....	25
2.2 Датчики в автоматизованій системі виявлення аварій на транспортних засобах.....	36
2.3 Додаткове обладнання в автоматизованій системі виявлення аварій на транспортних засобах.....	44
2.4 Варгість розробленої автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.....	52
2.5 Висновки до другого розділу.....	52
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ.....	54
3.1 Розробка автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.....	54

<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>								
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата	Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах. Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Бездінний І.О.		27.08.21		У		4
Перевір.		Масаринська Д.А.		06.09.21				
Н.контр. Затвер.		Корешак Д.О. Мартинюк В.				ХНУ гр. АКІТс-22-1		

3.2 Дослідження роботи датчиків в рамках автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.....	58
3.3 Створення прототипу автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.....	62
3.4 Висновки до третього розділу.....	64
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68
ДОДАТКИ.....	74

## ВСТУП

Ступінь автоматизації виробничих процесів зростає щорічно. Крім того, автоматизація поширюється і на не виробничі сфери діяльності, які мають різне призначення. Однією із таких сфер є запровадження автоматизованих систем в елементи керування транспортними засобами з метою підвищення їх функціональних можливостей, безпеки та комфорту використання.

На ринку транспортних засобів наявні як окремі напівавтоматизовані системи керування транспортними засобами, так і системи керування автомобілем в цілому, який базується на використанні машинного зору та нейронної мережі. Ці системи можуть допомагати та спростити процес паркування автомобіля, дотримання дорожнього полотна при переїздах на великі відстані, автоматичне керування в режимі круїз-контролю, тощо.

Хоча серед існуючих автоматизованих систем в транспортних засобах наявна велика кількість варіацій, жодна з існуючих систем підвищення безпеки водія та пасажирів не передбачає автоматичне сповіщення відповідних рятувальних служб у випадку виникнення дорожньо-транспортної пригоди. До таких служб відносяться в першу чергу поліція та швидка медична допомога, а у деяких випадках і ДСНС.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах із функціоналом для автоматичного сповіщення про виникнення аварії швидкої медичної допомоги та поліції.

Для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра були поставлені наступні завдання:

- провести аналітичний огляд існуючих технічних та технологічних рішень з підходів до виявлення аварій на транспортних засобах;
- виконати підбір необхідного обладнання для системи автоматизованого виявлення аварій на транспортних засобах;

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- розробити схеми функціонування автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах;
- змодельовати роботу автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах;
- створити прототип та перевірити роботу автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

## 1.1 Статистичні дані щодо дорожньо-транспортних пригод

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щорічно приблизно 1,19 мільйонів осіб гине в результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП) [11]. При цьому, не смертельні травми отримують ще від 20 до 50 мільйонів осіб щорічно.

ДТП завдають значних економічних збитків як в розрізах країни, так і в розрізі окремих сімей. Такі збитки пов'язані із можливою втратою працездатності внаслідок отриманих у ДТП травм, втратою продуктивності людей, які вимушені доглядати за постраждалими членами сім'ї. В загальному ДТП коштують більшості країн приблизно 3% від їх валового внутрішнього продукту (ВВП).

За статистичними даними ВООЗ на країни із низьким та середнім рівнем доходу припадає майже 90% смертельних випадків в результаті ДТП. Найнижчими показниками є дані по Європейському регіону, а саме по регіону Європейського союзу, в той час як найвищі дані характерні для Африканського регіону. У випадку розгляду питання з точки зору доходів людей, то у розвинених країнах найчастіше у смертельні ДТП потрапляють саме ті верстви населення, яким характерний дохід нижче середнього.

Станом на 2016 рік середній показник ДТП у країнах із низьким рівнем доходу становить 24,1 на 100 тисяч осіб, а у країнах із високим рівнем – 9,2 на 100 тисяч осіб [9]. На рисунку 1.1 наведено рівень смертності внаслідок ДТП за країнами на 100 тисяч осіб за статистичними даними ВООЗ на 2019 рік.

На країни із середнім рівнем доходу із загальної кількості ТЗ у світі припадає лише 53%, в той час як кількість ДТП із смертельним наслідком у цих країнах становить 74%. У країнах із низьким рівнем доходу кількість ТЗ від світової частки становить лише 1%, а кількість смертельних ДТП при цьому сягає

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

аж 16%. Спостерігається тенденція до відсутності зв'язку між кількістю ТЗ та рівнем смертності на дорогах. Узагальнені статистичні дані по регіонам наведені у таблиці 1.1.

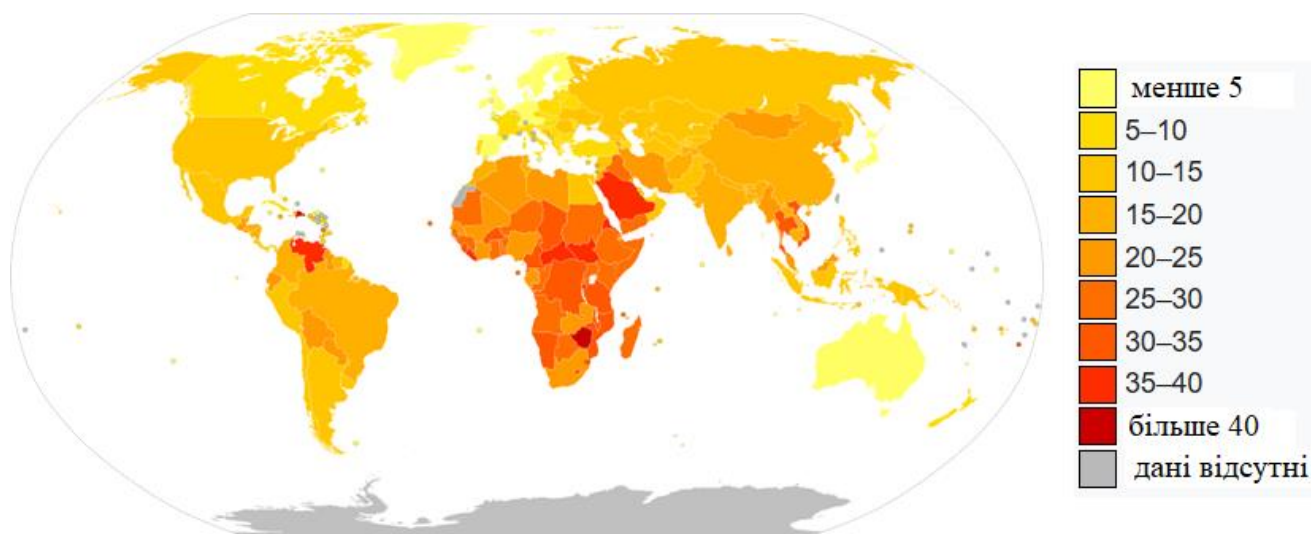


Рисунок 1.1 – Рівень смертності по країнам на 100 тис. осіб за 2019 рік [9]

Таблиця 1.1 – Статистичні дані щодо кількості смертельних ДТП за 2019 рік [9]

Регіон	Загальна кількість, випадків	Кількість на 100 тис. осіб
Європа	68 863	7,4
Північна та Південна Америка	15,3	154 780
Південно східна Азія	15,8	317 069
Західно-Тихоокеанський регіон	16,4	317 393
Східне Середземномор'я	17,8	126 958
Африка	27,2	1 282 150

У країнах із високим рівнем розвитку, наприклад, у США, спостерігається тенденція до зростання кількості ДТП за участі пішоходів, мотоциклістів та велосипедистів.

У 2016 році ВООЗ встановило кількість смертельних випадків внаслідок ДТП на рівні 1,35 мільйонів. Цей показник прирівнюється до однієї смерті кожні 26 секунд.

Серед всіх країн лише 28 країн, до яких відносяться 449 мільйонів людей серед наведеної статистики, мають у своєму законодавстві закони, які відносяться до основних факторів ризику виникнення ДТП, а саме:

- дотримання швидкісного режиму;
- використання ременів безпеки;
- обов'язкове використання шоломів при їзді на двоколісних транспортних засобах (ТЗ);
- обов'язкове використання дитячих утримуючих пристроїв (автокрісел);
- закони стосовно водіння у нетверезому стані.

За даними ВООЗ станом на 2019 рік статистичні дані по Україні становили 10,2 випадків на 100 тисяч осіб, а загальна кількість смертельних випадків становила 4 487 штук [9].

У 2023 році Організація Об'єднаних Нація (ООН) провела власний аналіз статистичних даних щодо ДТП по країнам світу. Цей аналіз охопив майже всі країни світу та час збору даних, який становить не менше 10 років. Так, на рисунку 1.2 показано, що за даними 2021 року кількість ДТП із смертельним наслідком на мільйон осіб в Україні перевищує середнє значення і становить майже 80 [13].

Щороку Патрульна Поліція України публікує статистичні дані [43] щодо кількості ДТП за різними показниками, а саме:

- загальна кількість ДТП;
- ДТП з тяжкими наслідками;
- статистичні дані по ДТП за видами;
- ДТП, скоєні за вини водіїв;
- ДТП, скоєні за вини власників вулично-шляхової мережі;
- ДТП, скоєні з вини пішоходів;
- ДТП, скоєні по причині незадовільного стану доріг, тощо.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк. 8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

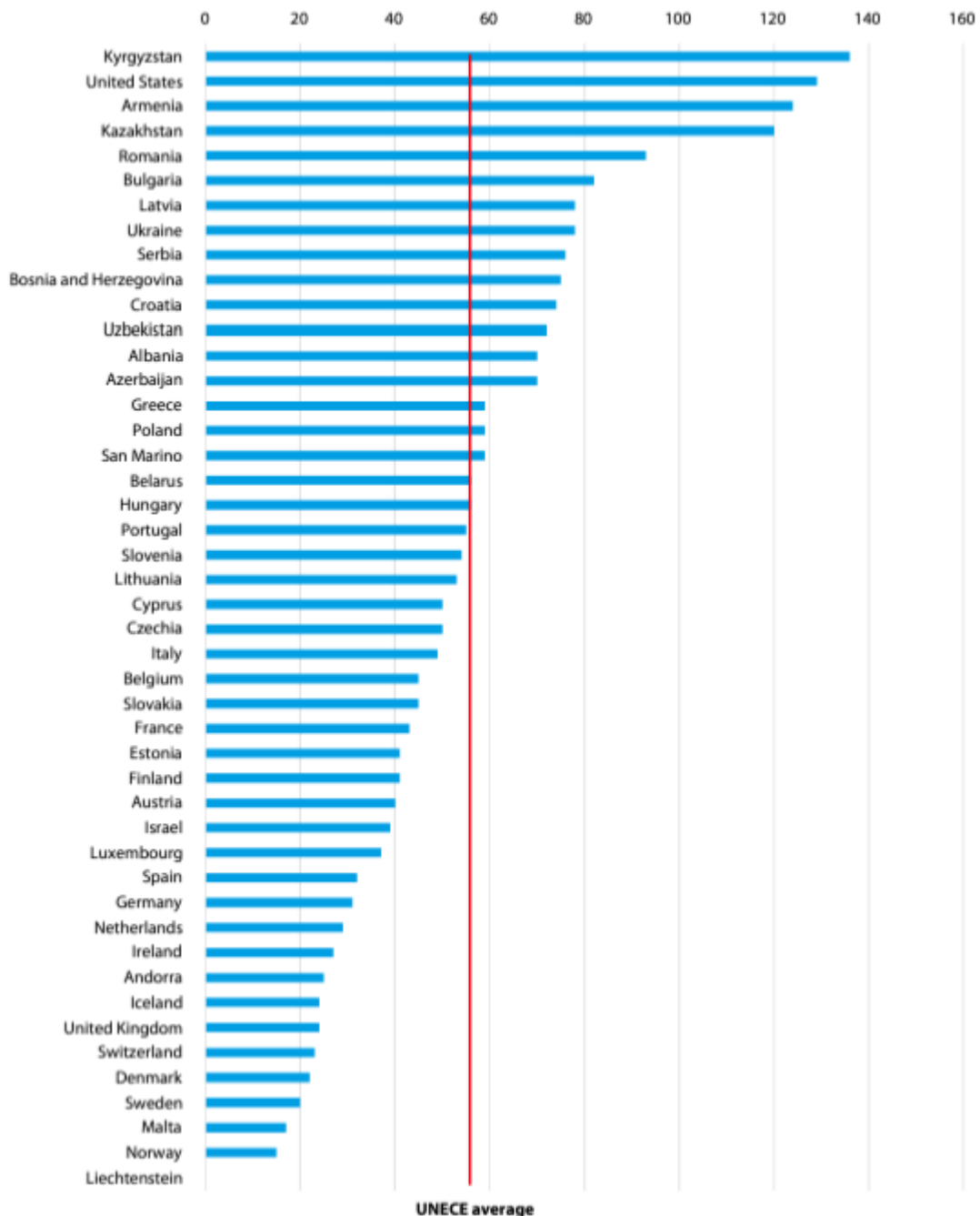


Рисунок 1.2 – Смертельні випадки в ДТП на мільйон жителів за 2021 рік [13]

Результати статистичних даних щодо загальної кількості ДТП наведені у таблиці 1.2, а статистичні дані, щодо кількості загиблих у ДТП наведені у таблиці 1.3.

Якщо провести аналіз щодо учасників ДТП, то близько 30% ДТП в Україні стаються між транспортними засобами та пішоходами, близько 20% припадає на ДТП, в яких приймав участь лише один ТЗ, решта припадає на ДТП із двома або більше ТЗ. Статистичні дані по віку загиблих у ДТП наведені у таблиці 1.4.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

Таблиця 1.2 – Статистичні дані по ДТП в Україні за 2011-2024 рр. [13, 43]

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кількість ДТП	31281	30699	30681	25854	25493	26782	27220
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Кількість ДТП	24294	26052	26140	24521	18628	23642	24852

Таблиця 1.3 – Статистичні дані щодо кількості загиблих в ДТП в Україні за 2011-2024 рр. [13, 43]

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Загиблих	4908	5131	4833	4439	4003	3410	3432
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Загиблих	3350	3454	3541	3238	2791	3053	3111

Таблиця 1.4 – Статистичні дані щодо віку загиблих у ДТП в Україні за 2020-2022 рр. [13]

Вік загиблих у ДТП, років	2022	2021	2020
0-6	23	37	62
7-9	17	31	33
10-14	21	42	32
15-14	59	68	81
18-20	131	143	151
21-24	145	187	301
25-64	2102	2333	2239
Більше 65	293	397	642

Серед видів ТЗ загальний розподіл у період з 2011 по 2021 рік включно наступний:

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

- автобуси – 253 446;
- мопеди – 182 327;
- трактори – 119 604;
- мотоцикли – 1 023 381;
- автомобілі – 6 900 541.

Як видно з наведеної статистики, особистий легковий транспорт займає перше місце серед видів ТЗ, на яких відбуваються ДТП. Станом на 2017 рік Україна посідала 10 місце у світі за смертністю на дорогах [47], що показано на рисунку 1.3.

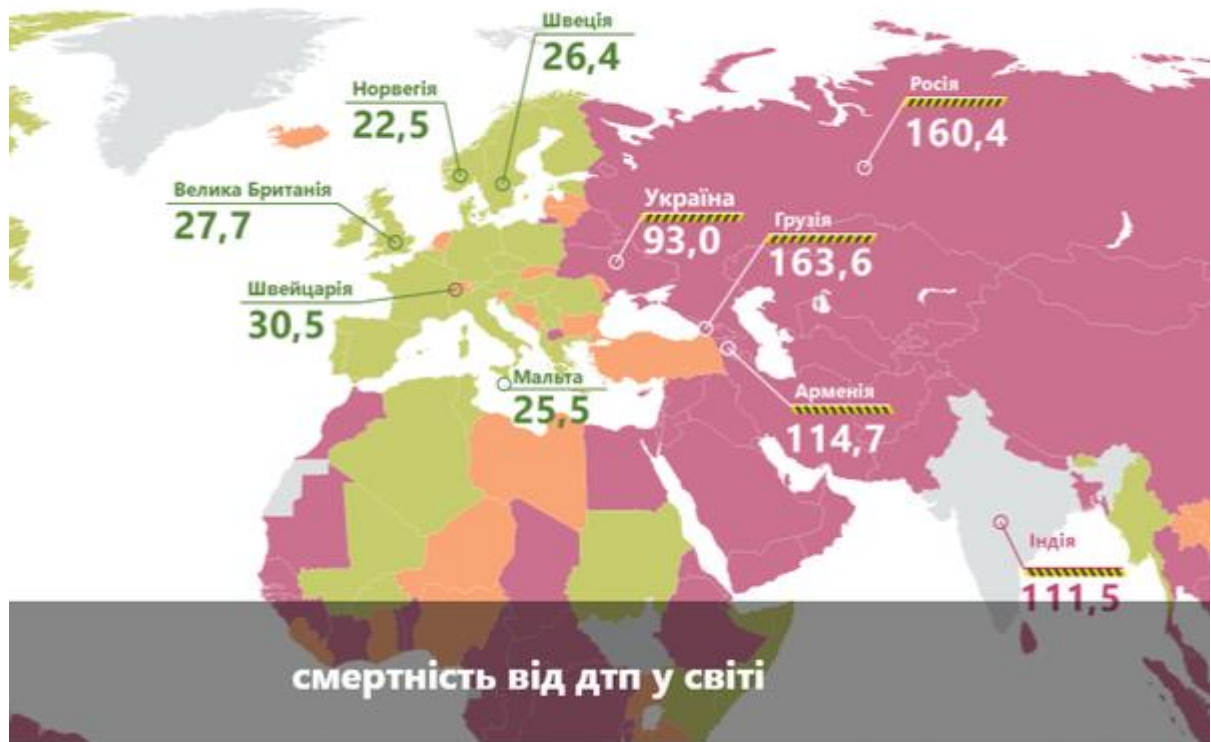


Рисунок 1.3 – Показники смертності від ДТП у світі

Вищенаведена статистична інформація підтверджує актуальність розробки заходів щодо підвищення безпеки на транспортних засобах з метою уникнення можливих дорожньо-транспортних пригод.

## 1.2 Огляд та аналіз існуючих систем забезпечення безпеки на транспортних засобах

Розвиток технологій призвів до підвищення рівня безпеки дорожнього руху та зменшення кількості ДТП. Існує ряд технічних рішень, які спрямовані на підвищення безпеки учасників дорожнього руху.

До сучасних систем безпеки автомобіля можна віднести наступні види [34]:

- антиблокувальна система гальм (АБС);
- система стабілізації автомобіля або електронна стабілізаційна програма;
- адаптивний круїз-контроль;
- система автономного екстреного гальма;
- система автоматичного перемикавання світла або автоматичне увімкнення фар;
- система розподілу гальмівних зусиль EBD;
- система паркування із машинним зором;
- система технічного зору.

Адаптивний круїз-контроль (рисунок 1.4) представляє собою систему автоматичного контролю та підтримання швидкості в процесі руху автомобіля по дорогам. Вона використовує або лазерний датчик, або радар з метою безперервного відстеження відстані до сусіднього на дорожньому полотні транспорту, а також в цієї системи наявні функції коригування швидкості руху та дистанції до сусіднього автомобіля.

Ця система може гарантувати не тільки безпеку під час подорожі, але й комфорт [19]. АСС надає можливість водію відпочити при переїзді на тривалі дистанції, завдяки чому зменшується ризик виникнення ДТП по причині втоми водія. Також система спрямована на зменшення рівню стресу водія, оскільки йому немає необхідності постійно підтримувати високий рівень концентрації, оскільки АСС самостійно підтримує відстань до автомобіля попереду.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



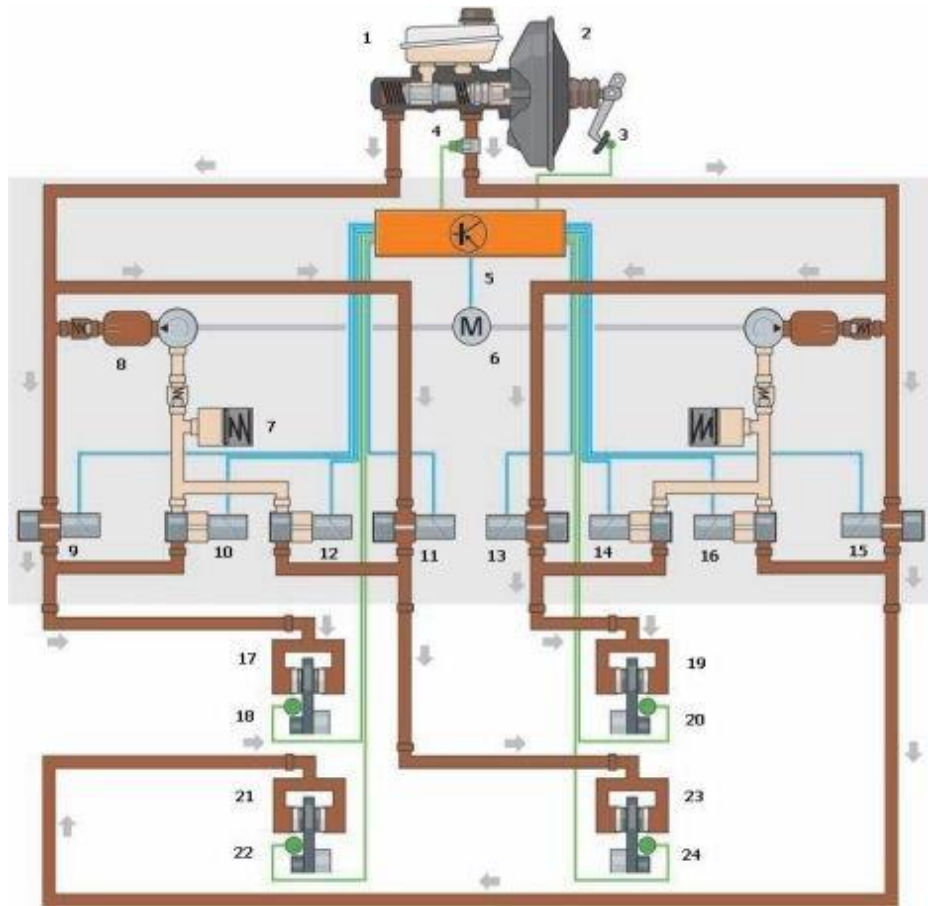


Рисунок 1.5 – Структурна схема антиблокувальної системи

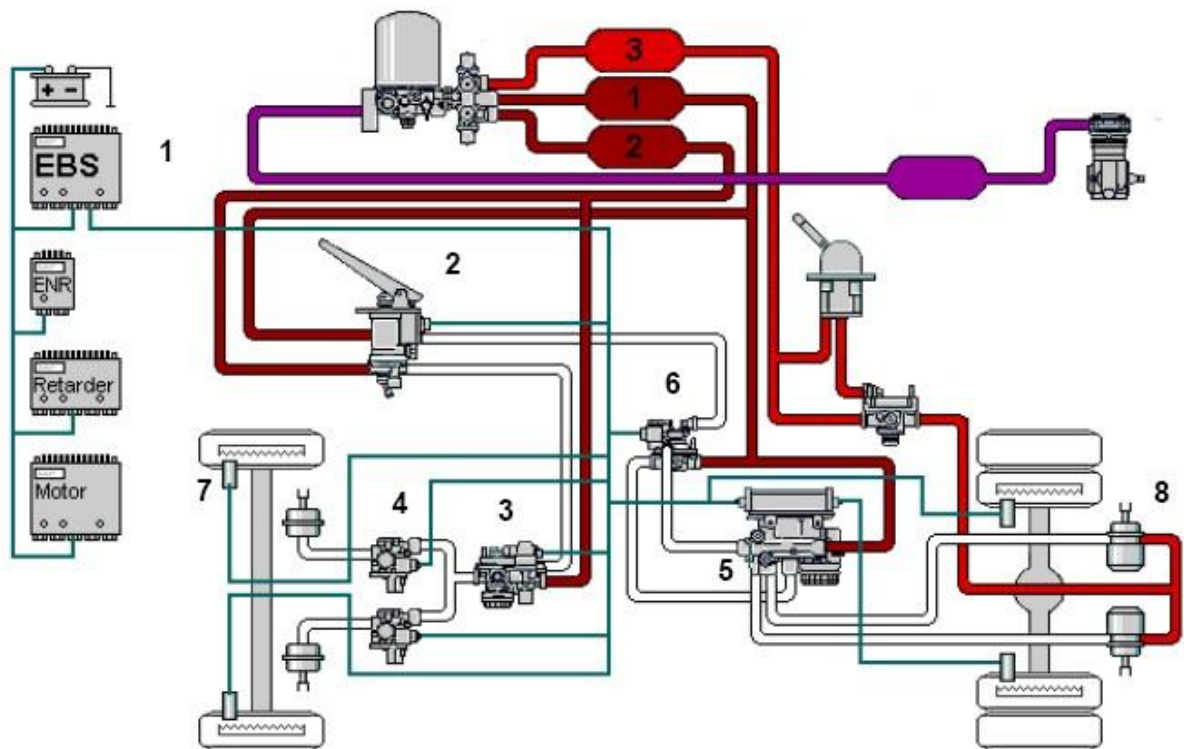


Рисунок 1.6 – Принципова схема системи екстреного гальмування

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ

Арк.  
14

Система автоматичного перемикавання світла (рисунок 1.7), або її ще називають системою автоматичного увімкнення фар по своїй суті є функцією визначення умов освітлення навколишнього середовища та автоматичного увімкнення або вимкнення фар в залежності від того, чи достатньо водієві освітлення чи ні.

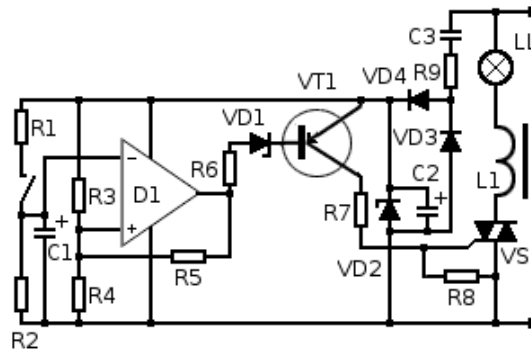


Рисунок 1.7 – Електрична схема системи автоматичного увімкнення фар

Електронна стабілізаційна програма (ESP) або система стабілізації автомобіля (рисунок 1.8) призначена для забезпечення безпеки автомобіля шляхом підвищення рівня його стійкості на дорожньому полотні у випадку виникнення екстремальних ситуацій. Основною функцією цієї системи є запобігання підкочування або занесення автомобіля при виконанні водієм різких маневрів або у випадку слизької дороги.

Система розподілу гальмівних зусиль EBD (рисунок 1.9) має на меті підтримку рівного тиску при експлуатації системи гальмування, а також запобігання блокуванню коліс. Формально ця система є розширенням роботи АБС. В системі використовується інформація від датчиків колів для визначення, скільки необхідно зусилля для плавного гальмування на кожному колесі.

Лідерами в питаннях безпеки та автоматизованого керування автомобілем на дорозі вважається Tesla Motors. У 2015 році вони представили систему автомобільного зору Tesla Vision (рисунок 1.10), завдяки якій в автомобілях Tesla стало можливим повний автопілот, а не просто круїз-контроль. У 2024 році також була представлена автоматизована система паркування автомобіля.



Рисунок 1.8 – Принцип роботи системи стабілізації автомобіля



Рисунок 1.9 – Система розподілу гальмівних зусиль EBD

В системі автопілота Tesla Vision використовуються камери та набір передових нейронних мереж, завдяки чому відбувається прокладання шляху та розпізнавання об'єктів на дорогах та обабіч дороги [14]. Камери розпізнають об'єкти, виводять їх на екран, сповіщують про відстань до розпізнаних об'єктів, автоматично розраховують швидкість та підтримують її. Також за допомогою



спеціальному комп'ютері FSD. Поведінка інших учасників дорожнього руху також аналізується, а за допомогою алгоритму глибокого навчання, на основі аналізу такої поведінки нейронна мережа намагається передбачити поведінку сусідніх автомобілів. За допомогою цього зменшується ризик можливого виникнення ДТП.

До переваг функціонування такої системи можна віднести:

- збільшення рівня безпеки автомобіля для інших учасників дорожнього руху;
- мінімальні втручання людини в процес керування автомобілем;
- керування автомобілем без порушення правил дорожнього руху (ПДР);
- збільшення зручності керування та комфорту водія;
- постійне вдосконалення – компанія Tesla випускає регулярні оновлення програмного забезпечення, а нейронна мережа постійно самовдосконалюється.

В будь-якому випадку, у Tesla Vision наявний ряд недоліків, до яких в першу чергу можна віднести повну залежність від камер. Ці камери не здатні працювати в умовах екстреного погіршення погодних умов, до яких відносяться сильні тумани, зливи або снігопади. Огляд камер в таких умовах може затуманюватись, в результаті чого зменшується продуктивність роботи системи та точність розпізнавання об'єктів на дорозі.

Іншим недоліком є повна залежність роботи системи від нейронної мережі. Хоча ці мережі безперервно навчаються, вони до сих пір не здатні забезпечити повністю безпомилкову роботу.

Після проведення опитування клієнтів стосовно роботи Tesla Vision [14] розробники отримали інформацію стосовно того, що власникам цих автомобілів не вистачає системи автоматичного паркування. Тому компанія не тільки розробила, але вже декілька разів вдосконалила систему паркування на автомобілях Tesla.

При роботі цієї системи на ультразвукових датчиках, вона не завжди була здатна адекватно розпізнати вільне місце для паркування та наявність поблизу



то систему, описану в [17] можна використовувати лише в тих країнах. Але вона не доступна для використання в інших країнах світу, до яких також відноситься і Україна.

В роботі [12] проведено дослідження системи E-call як функціоналу для можливого автоматичного аварійного виявлення та сповіщення про аварії для портативних пристроїв. Основним обмеженням цієї системи є те, що E-call має високий рівень помилкових спрацювань, які виникають в основному в тих випадках, коли водій знаходиться поза межами ТЗ.

Схожий принцип роботи був запропонований також в Багдадському університеті Іраку [1]. Ця система відправляла повідомлення на екстрені контакти, але не передбачала відправку повідомлень на аварійні служби, що і є основним недоліком цієї роботи.

Виокремивши переваги та недоліки систем автоматичного сповіщення про аварій, які описані у роботах [1, 12, 17] можна поставити задачі для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.

### 1.3 Постановка задач автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

Після проведення аналізу існуючих технічних рішень щодо виявлення аварій на транспортних засобах було встановлено, що жодна із систем не має в своєму функціоналі можливість автоматичного оповіщення відповідних служб про виникнення ДТП. Розробка такої системи стала метою кваліфікаційної роботи.

В роботі пропонується розробити та змоделювати роботу системи виявлення аварій на транспортних засобах із функціоналом оповіщення відповідних служб, до яких в першу чергу відноситься медична служба.

Автоматичний виклик швидкої медичної допомоги на місце аварії зменшить швидкість реагування такої служби, збільшить шанси на виживання

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

постраждалих та пришвидшить процес лікування постраждалих у ДТП. Повідомлення про ДТП повинно містити географічні координати, час виникнення аварій та кут, під яким вона сталась. Кут аварії передається з метою пришвидшення рівня прийняття рішень медиками стосовно можливих травм на пасажирських місцях або ж травм, які могли виникнути у водія.

В цій системі необхідно передбачити перемикач, за допомогою якого водій зможе відмінити автоматичний виклик швидкої медичної допомоги. Ця функція потрібна для того, щоб не викликати медиків у випадку ДТП, в якому відсутні постраждалі або травмовані люди, тобто у тих випадках, коли лише автомобілі зазнали пошкоджень.

Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах (АСВА) буде реалізована на мікроконтролері із використанням ряду датчиків, а також GPS та GSM модуля. В АСВА необхідно передбачити можливість використання цієї системи в різних країнах.

#### 1.4 Методика проведення дослідження

Однією із найстаріших та найбільш класичних підходів до проведення досліджень та управління проектами є методологія каскаду, яка в англomовному середовищі має назву Waterfall (водоспад) [51]. Вона дуже ефективна для використання в проектах, в яких чітко визначені вимоги та цілі, оскільки характеризується послідовним та лінійним виконанням етапів проекту.

Ця методологія представляє собою структурований метод управління проектами, в яких чітко виділяються окремі фази [16]. За класичним підходом ці фази включають в себе:

- аналіз вимог, поставлених до проекту;
- власне проектування системи;
- реалізація проекту;
- тестування;

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- розгортання проєкту;
- обслуговування.

За каскадною моделлю прийнято робити припущення, що всі вимоги вже відомі розробникам ще на початку роботи і не будуть змінюватись в процесі виконання проєкту.

В рамках дослідження, що проводиться, було виділено сім основних фаз (рисунок 1.12), а саме:

- 1) планування проєкту;
- 2) збір вхідних даних;
- 3) аналіз вимог, які висуваються до АСВА;
- 4) вибір мов програмування;
- 5) власне розробка АСВА;
- 6) тестування та налагодження роботи АСВА;
- 7) подальше обслуговування.

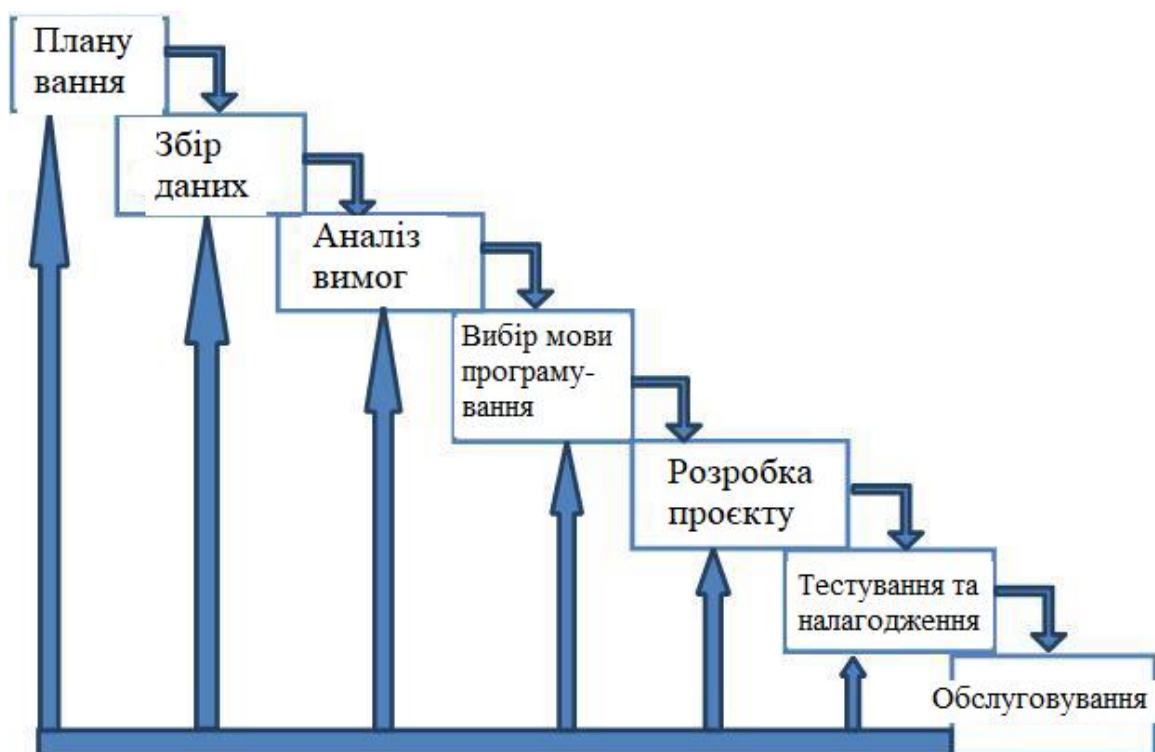


Рисунок 1.12 – Етапи дослідження за каскадною методологією

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

## 1.5 Висновки до першого розділу

В першому розділі проведено аналіз статистичних даних щодо ДТП, які відбуваються у світі та окремо в Україні. Аналіз цих даних показав зростання кількості ДТП на дорогах за участі автомобілів, а також найбільший внесок легкового транспорту у частку від загальної кількості ДТП в Україні. Проведений аналіз підкреслив актуальність роботи та розробки автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.

Також в розділі проведено огляд існуючих технологічних та технічних рішень щодо забезпечення та підвищення рівня безпеки в транспортних засобах за допомогою автоматизованого обладнання. Серед існуючих систем безпеки у жодної немає функціоналу автоматичного сповіщення медичних служб про виникнення ДТП із постраждалими, травмованими або загиблими особами.

Також було проведено аналіз проєктів із функціоналом відправки сповіщення у медичні служби про настання ДТП. Ці проєкти хоча і були розроблені тільки у вигляді прототипів, але допомогли виокремити функціонал, який необхідний в АСВА.

На основі проведеного аналізу були поставлені вимоги до автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Дослідження буде проводитись за принципом каскаду, який також описаний у розділі.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

2.1 Мікроконтролер та модулі в автоматизованій системі виявлення аварій на транспортних засобах

Якщо базуватись на принципі фон Неймана [25], то будь-яка із систем, метою роботи якої є обробка інформації, повинна мати ряд пристроїв, які наведені на рисунку 2.1. До цих пристроїв відносяться:

- запам'ятовуючий пристрій (ЗП);
- керуючий пристрій (КП);
- арифметично-логічний пристрій (АЛП);
- зовнішні пристрої роботи із інформацією (ПВВ).

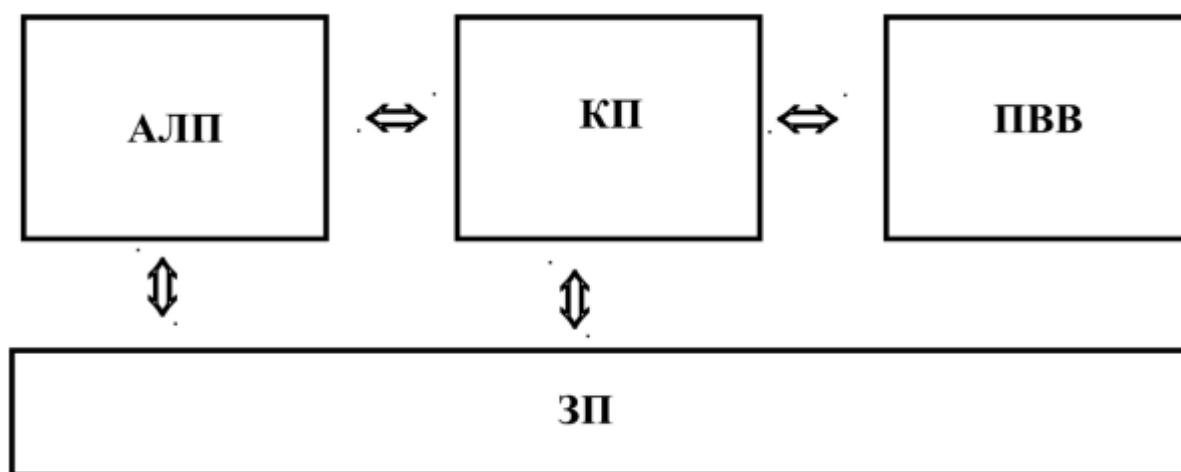


Рисунок 2.1 – Структура системи обробки інформації за архітектурою фон Неймана

Під мікропроцесорною системою розуміється конструктивно і функціонально закінчений виріб, який базується на роботі мікропроцесора. Мікропроцесор, в свою чергу, це програмно-керований пристрій, виконаний на

одній інтегральній схемі, метою роботи якого є керування процесом обробки інформації.

Перед підбором мікроконтролера необхідно обрати в першу чергу його клас. Мікроконтролери поділяються за рядом ознак на наступні класи [44]:

- 1-бітні, наприклад, MC14500 від компанії Motorola;
- 4-бітні, наприклад, Winbond W742, Atmel MARC4, NEC uPD75;
- 8 бітні, наприклад, Zilog Z86, Microchip PIC12/16/18, Atmel ATmega, Intel MCS-51, Intel MCS-48;
- 16-бітні, наприклад, Microchip PIC24, Infineon C16, Motorola 68HC16, Intel MCS-96;
- 32-бітні, наприклад, NXP LPC2xxx, Fujitsu MB91, Atmel ARM, NEC V850.

За функціональним призначенням мікроконтролери поділяються на спеціалізовані та загального призначення. Спеціалізовані мікроконтролери поділяються на мікроконтролери керування двигунами, мікроконтролери цифрової обробки сигналів, тощо. Така класифікація наведена на рисунку 2.2.

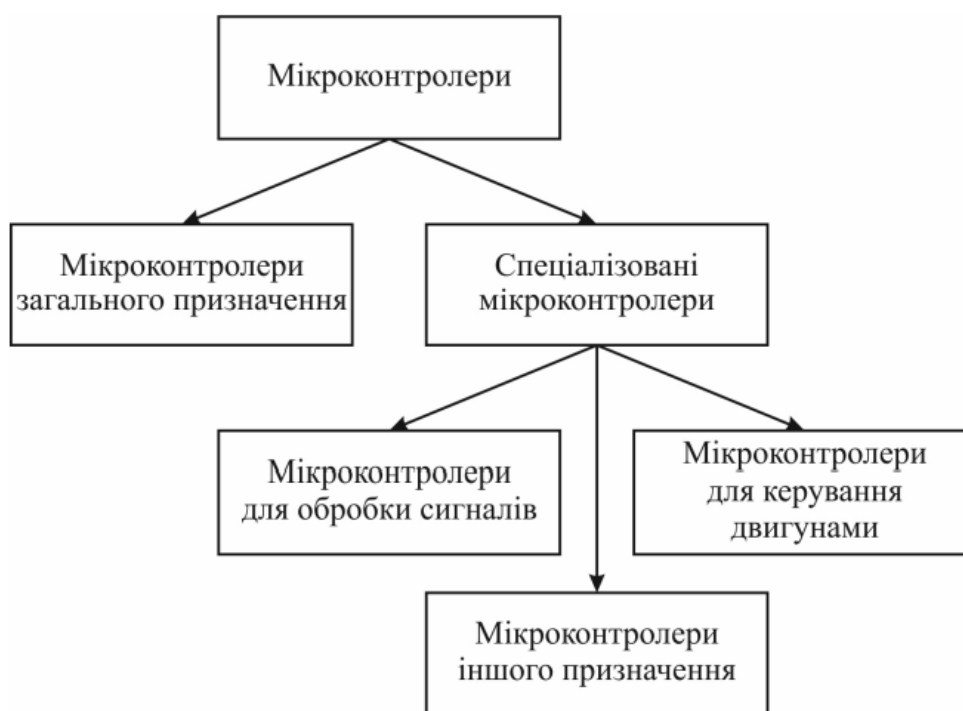


Рисунок 2.2 – Класифікація мікроконтролерів за призначенням

На рис. 2.3 наведена структурна схема складових елементів у АСВА та взаємозв'язок між цими елементами.

В якості мікроконтролера для АСВА, що проєктується, було обрано Arduino Uno (рисунок 2.4). Це плата мікроконтролера на базі АТmega328Р [36]. Технічні характеристики мікроконтролера Arduino Uno наведені у таблиці 2.1 [2]. Вартість в Україні становить 399 гривень.

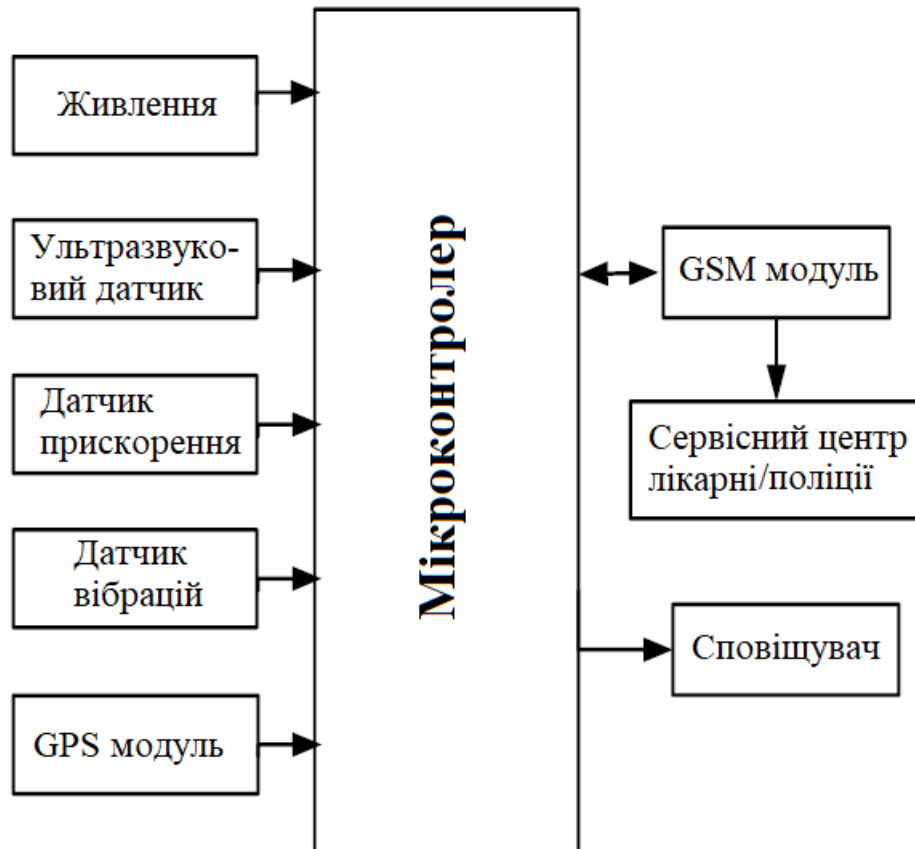


Рисунок 2.3 – Структурна схема автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

В склад мікроконтролера входить 14 цифрових входів/виходів, 6 з яких можна використовувати як ШІМ-виходи. Також він містить 6 аналогових виходів, USB роз'єм, кварцовий резонатор на 16 МГц, кнопку скидання та роз'єм, призначений для програмування [45]. Підключення мікроконтролера виконується через USB-кабель.



Рисунок 2.4 – Arduino Uno

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики Arduino Uno [2]

Характеристика	Значення
Вхідна напруга, В	6-20
Програмна пам'ять, кБ	32
Конектор живлення, мм	2,1
Оперативна пам'ять, кБ	2
Аналогові піни, шт.	6
Енергозалежна пам'ять, кБ	1
Частота, МГц	16
Вага, г	26,5
Розміри, мм	69 x 54

Як джерело живлення мікроконтролера можна використовувати акумулятор або мережевий адаптер змінного та постійного струму. Штекер, діаметром 2,1 мм, вставляється у роз'єм живлення на платі. За необхідності живлення мікроконтролера від батареї або акумулятора, їх дроти необхідно підключити до роз'єму Power та виводів Gnd [23].



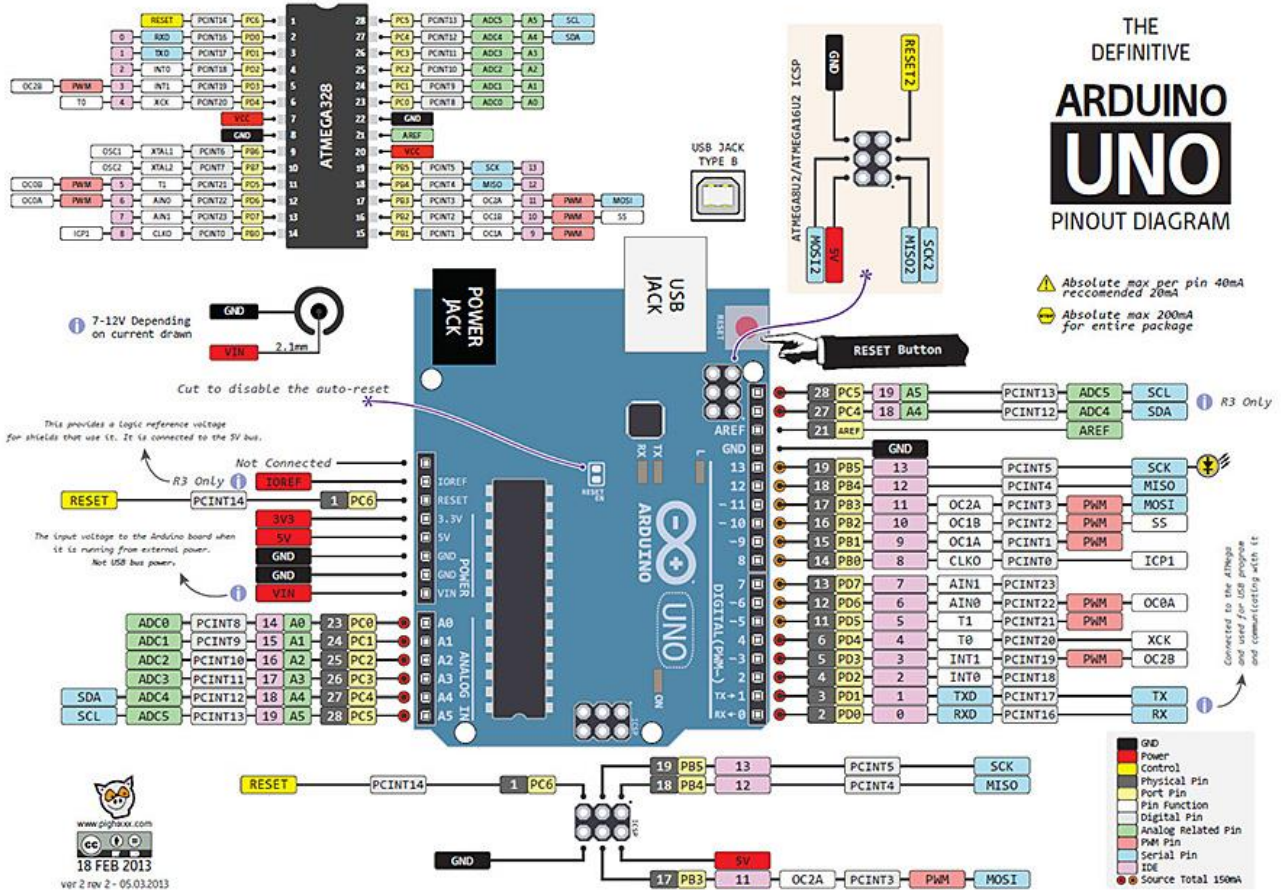


Рисунок 2.5 – Розпіновка плати Arduino Uno та АТmega328

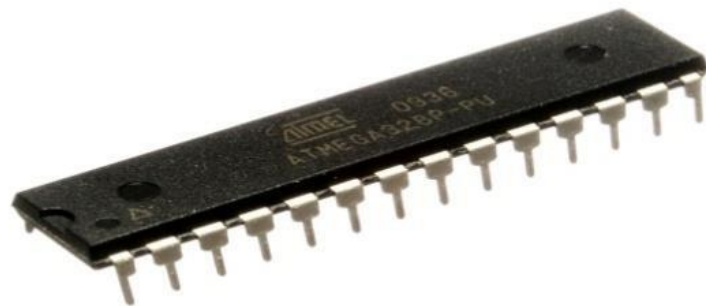


Рисунок 2.6 – Мікроконтролер АТmega 328P

Цей 8-бітовий мікроконтролер на базі AVR RISC поєднує в собі флеш-пам'ять ISP, об'єм якої становить 32 кБ, в якій наявна можливість зчитування та запису. Їм характерна висока продуктивність, працює від напруги 1,8-5,5 В. У пристроя наявні 2КБ SRAM, 1024Б EEPROM, 23 універсальних входи/виходи,

програмований USART, три гнучкі лічильники/таймери, SPI-порт, двопровідний послідовний інтерфейс, 6-канальний 10-бітовий АЦП [40]. Технічні характеристики ATmega328 наведені у таблиці 2.2. Вартість такого мікроконтролера в Україні становить 135 гривень [3].

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики ATmega 328P [40]

Характеристика	Значення
Апаратний сенсорний збір даних	Відсутній
Кількість сенсорних каналів	16
Максимальна робоча частота	20 МГц
Кількість контактів	28 або 32
EEPROM	1 кБ
SRAM	2 кБ
Тип центрального процесора	8-бітний AVR
Флеш-пам'ять	32 кБ
Продуктивність	20 MIPS при 20 МГц
Робоча температура	від -40 °C до +85 °C

Для відправки повідомлень в АСВА необхідно передбачити GSM модуль. В якості цього модуля було обрано GSM модуль SIM800L (рисунок 2.7). Вартість цього модуля в Україні становить 140 гривень [6]. Технічні характеристики наведені у таблиці 2.3.

Цей модуль є мініатюрним GSM модулем для сотового зв'язку, який виконаний на основі компоненту SIM800L. Керування компонентом SIM800L відбувається через стандартний інтерфейс, який надає користувачу доступ до сервісів мереж GSM для відправки SMS-повідомлень на частотах 1900, 1800, 900 та 850 МГц. Також він використовується для дзвінків та обміну даними.



Рисунок 2.7 - GSM модуль SIM800L

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики GSM модуля SIM800L

Характеристика	Значення
Розміри, мм	25 x 25
Робоча температура, °C	-30 ... +75
Максимальна швидкість передачі даних	85,6 Кб
Режим мережі	2G
Швидкість UART, бод	1200-115200
Максимальний струм, мА	500
Струм режиму очікування, мА	0,7
Напруга живлення, В	3,4-4,4
GSM протокол	07.10
Опір динаміку, що підключається, Ом	8

В комплектацію модуля входить вбудована антена, а також в будь-який момент можна провести підключення додаткових антен з метою підвищення якості сигналу, що передається.

Компонент модуля має реалізований стек протоколу TCP/IP, який складається із мікросхеми приймача RFMD RF7176 та мікросхеми MT6260SA [6]. Керування модулем виконується за допомогою UART мікроконтролера Raspberry, Arduino та інших, або ж за допомогою ПК через інтерфейс USB-UART.

При застосуванні мікроконтролеру Arduino із цим модулем система потребує використання перетворювача логічних рівнів, оскільки напруга модуля високого рівня дорівнює 2,8 В.

При ввімкненні модуля на його платі відбувається швидке мерехтіння світлодіоду. При встановленні успішного з'єднання із оператором мобільної мережі відбувається зменшення частоти мерехтіння світлодіоду. У випадку, якщо було втрачено зв'язок із оператором мобільної мережі, модуль знову повертає світлодіод до швидкого мерехтіння. Таке швидке мерехтіння по своїй суті завжди буде означати пошук сигналу від станції зв'язку мобільного оператора.

Виводи GSM модуля розташовуються ліворуч знизу і вони наступні:

- SPKP, SPKN - робота динаміка (P + / N -);
- MICP, MICN - робота мікрофона (P + / N -);
- DTR - сплячий режим. Значення за замовчення в стані HIGH відповідає положенню модуля в сплячому режимі, коли відключений послідовний зв'язок. Модуль повертається до роботи після його переведення в стан LOW;

- RING не позначається на модулі, але відповідає за низьку напруга в процесі отримання дзвінка.

Виводи модуля наступні:

- GND – заземлення;
- RXD та TXD – послідовний зв'язок;
- VCC – напруга живлення;
- NET – антена;

– RESET – скидання налаштувань.

Підключення GSM модуля до Arduino Uno в АСВА наведено на рисунку 2.8.

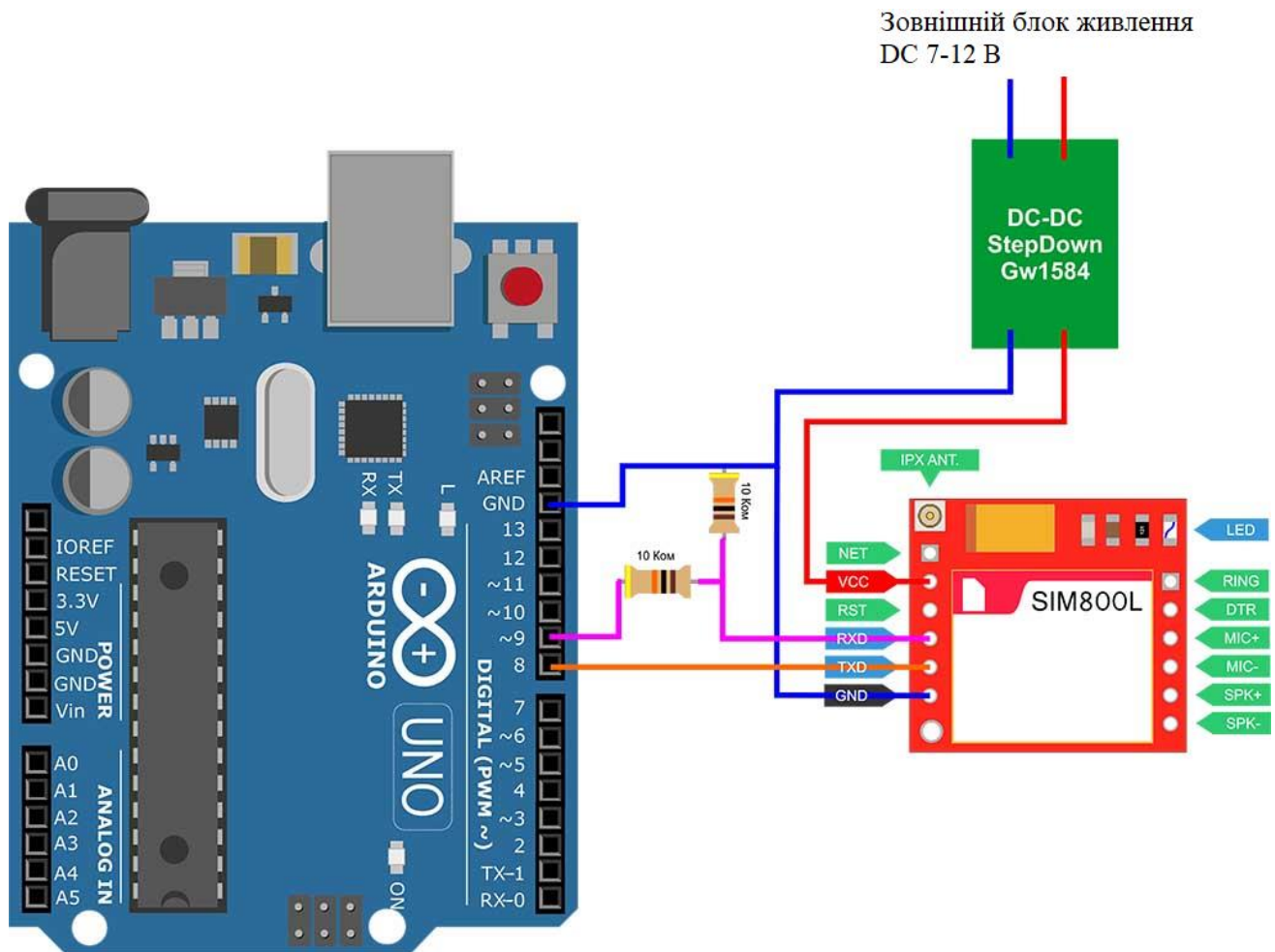


Рисунок 2.8 – Підключення GSM модуля до Arduino Uno в АСВА

В АСВА наряду із відправкою повідомлень про настання аварії на відповідні служби, до яких в першу чергу будуть відноситись швидка медична допомога та поліція, також передбачається автоматична відправка координат, де виникла аварія, тобто місця розташування транспортного засобу. Для цього в АСВА необхідно передбачити GPS модуль.

В якості GPS модулю було обрано NEO-6М (рисунок 2.9). Вартість цього модулю в Україні становить 217 гривень [10]. Технічні характеристики наведені у таблиці 2.4.

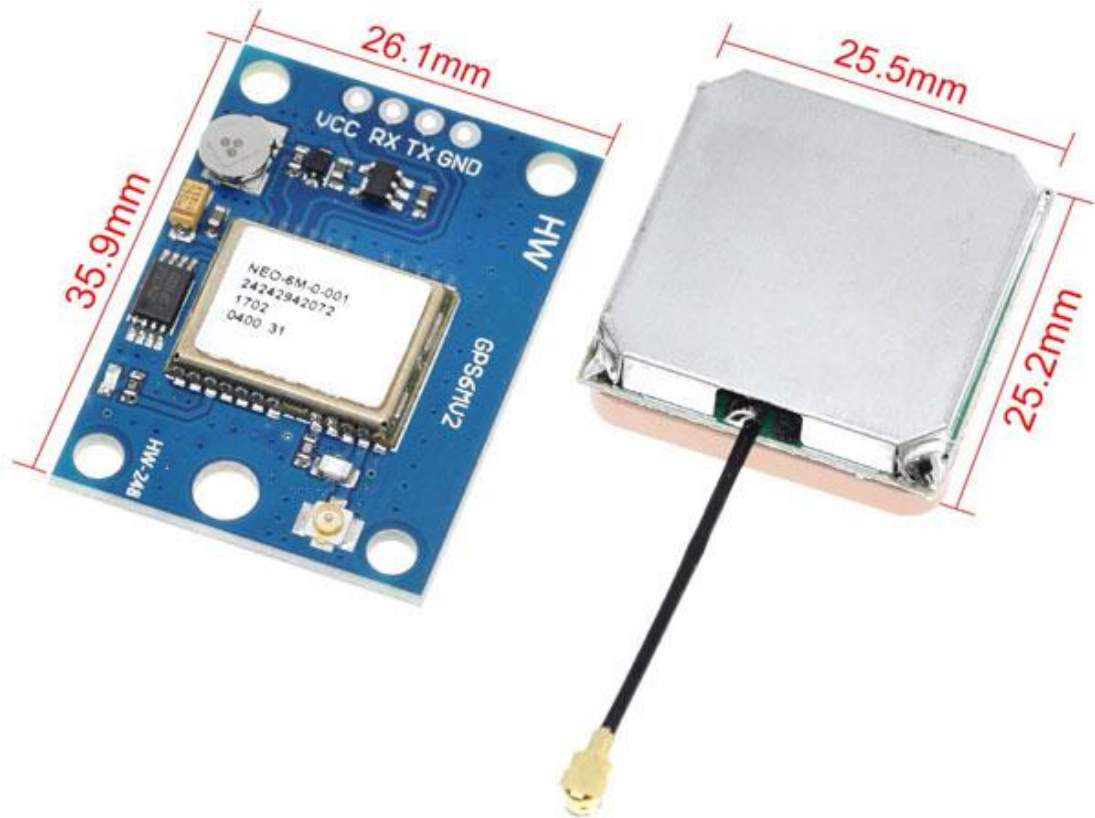


Рисунок 2.9 - GPS модуль NEO-6М

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики GSM модуля SIM800L [10]

Характеристика	Значення
Живлення, В	3,3-5
Розміри, мм	35,9 x 26,1
Швидкість оновлення місцезнаходження, Гц	5
Підтримка SBAS	GAGAN, MSAS, EGNOS, WAAS
Збереження налаштувань	Через пам'ять EEPROM
Кількість каналів позиціонування, шт.	50
Кількість ефективних кореляторів	2 млн.
Інтерфейс	RS232 TTL
Матеріал антени	керамічна
Розміри антени, мм	25 x 25 x 4

Цей модуль призначений для використання мікроконтролерів Arduino, а також іншими мікроконтролерами. Для обміну даних використовується UART. Крім того, в модуля є вбудована пам'ять EEPROM, яке застосовується модулем автоматично для збереження даних після потенційно можливого вимкнення живлення.

## 2.2 Датчики в автоматизованій системі виявлення аварій на транспортних засобах

В АСВА необхідно також передбачити ряд датчиків для коректного та ефективного функціонування системи. Першим видом необхідних датчиків буде акселерометр. В якості акселерометра в АСВА було обрано ADXL335 (рисунок 2.10). Вартість акселерометра в Україні становить 129 гривень [20]. Технічні характеристики акселерометра наведені у таблиці 2.5.



Рисунок 2.10 – Акселерометр ADXL335

Акселерометр ADXL335 можна також назвати датчиком прискорення або датчиком положення. Він використовується для вимірювання прискорення об'єктів відносно певного заданого нульового положення. Також доступний для вимірювання як прискорення, яке викликане силою тяжіння, так і прискорення руху об'єкта [21].

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики акселерометра ADXL335 [20]

Характеристика	Значення
Чутливість, мВ/г	300
Тип	Аналоговий
Напруга живлення, В	3,3 або 5
Споживаний струм, мкА	350
Вага, г	2
Розміри, мм	21 x 16 x 11

Відстань між контактами становить 2,54 мм, а кількість контактів – п'ять.

Ці контакти наступні:

- напруга живлення (VCC);
- заземлення (GND);
- виводи осей X, Y, Z відповідно X-OUT, Y-OUT, Z-OUT.

Для функції самостійного тестування використовується ST.

Цьому датчику прискорень характерні невеликі розміри, невелика товщина, мала потужність. Прискорення вимірюється на рівні  $\pm 3,6$  g.

Конденсатори CX, CY і CZ використовуються користувачем на виводах XOUT, YOUT і ZOUT відповідно для вибору смуги пропускання акселерометра. Ці смуги можна обирати відповідно до призначення датчика в рамках системи, що проектується, а діапазон значень при цьому становить від 0,5 Гц до 1600 Гц для осей X та Y, і від 0,5 Гц до 550 Гц для осі Z.

Підключення акселерометра ADXL335 до Arduino в рамках АСВА наведено на рисунку 2.11.

Також в АСВА необхідно передбачити наявність ультразвукового датчика. Для АСВА було обрано ультразвуковий датчик відстані HC-SR04 (рисунок 2.12). Цей датчик використовує сонар з метою визначення відстані до об'єкта. Тобто в АСВА він буде застосовуватись для безконтактного визначення дальності із стабільними показниками та високою точністю [48].

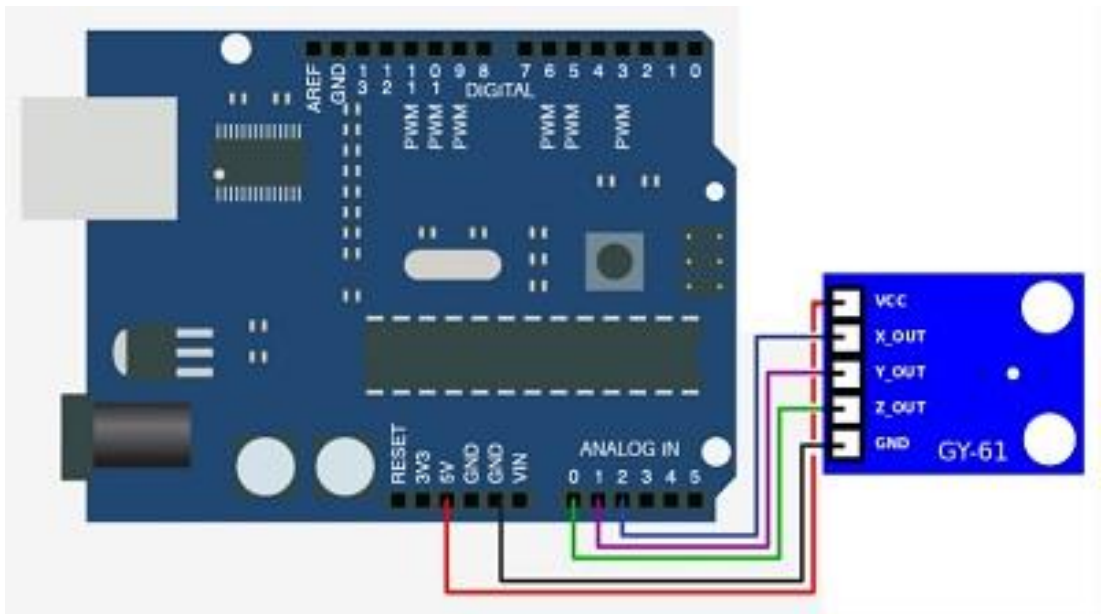


Рисунок 2.11 – Підключення акселерометра ADXL335 до Arduino



Рисунок 2.12 – Ультразвуковий датчик HC-SR04

Цьому датчику характерна відсутність «сліпих зон». Він здатен проводити вимірювання відстані в межах від 0 до 1500 см, а точність при цьому складає 3 мм. Технічні характеристики датчика наведені у таблиці 2.6.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.5 – Технічні ультразвукового датчика відстані HC-SR04 [48]

Характеристика	Значення
Робоча напруга, В	3,8 – 5,5
Частота, кГц	40
Мінімальна відстань, мм	0
Точність вимірювання, мм	3
Максимальна відстань, мм	1500
Споживаний струм, мА	8
Габаритні розміри, мм	37 x 20 x 15
Ширина імпульсів, мкс	10
Кут вимірювання, град.	30
Робочий струм, мА	15
Струм у фоновому режимі, мА	Менше 2

Принцип роботи датчика достатньо простий. Для початку необхідно відправити протягом щонайменше 10 мкс високий рівень сигналу на тригер (trig). Після цього модуль починає відправляти імпульси ультразвуку із частотою 40 кГц. Якщо в зоні виявлення наявні об'єкти, датчик отримує сигнал назад. У такому випадку модуль на виході echo протягом 150 мкс автоматично встановлює низький рівень.

Схематично принцип роботи ультразвукового датчика відстані наведено на рисунку 2.13.

Розрахунок відстані до об'єкта виконується на основі зміни часу від високого до низького рівня, тобто за формулою:

$$D = \frac{t \cdot sv}{2}, \quad (2.1)$$

де  $D$  – відстань до об'єкта, мм;

$t$  – виміряний час імпульсу, мкс;

$sv$  – швидкість звуку в умовах нормального середовища, що є сталою величиною і становить 340 м/с.

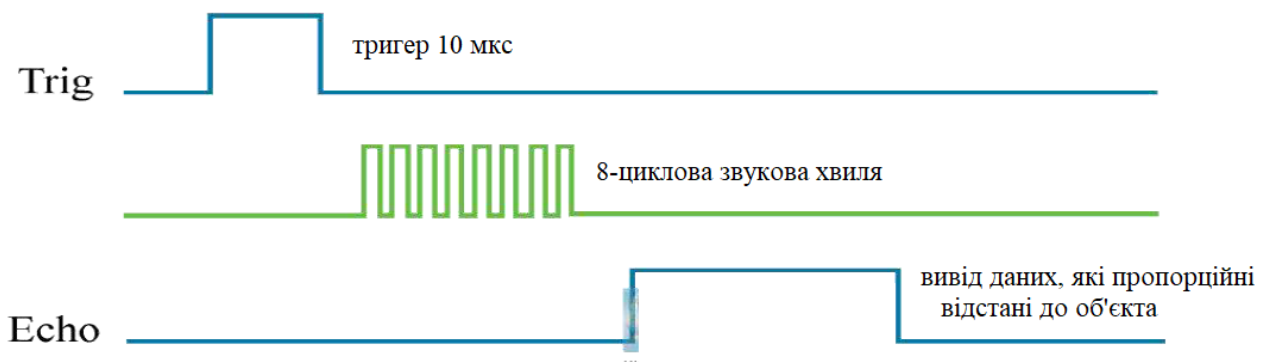


Рисунок 2.13 – Схематичне зображення принципу спрацювання ультразвукового датчика HC-SR04

Наприклад, якщо на дорозі знаходиться транспортний засіб, відстань від якого до датчика становить 10 см, при цьому швидкість звуку за замовченням враховується як 340 м/с, то звукова хвиля від об'єкту на дорозі до транспортного засобу, в якому встановлена АСВА пройду за 294 мкс. Слід відзначити, що це значення вдвічі більше, оскільки сигнал пройшов шлях від датчика до об'єкта і назад. Тобто, для отримання відстані необхідно отримане значення поділити на 2, що становитиме 147 мкс.

Більшість таких ультразвукових датчиків маю 4 або 5 виводів. Для нормального підключення та роботи із Arduino достатньо всього 4 виводів, а саме: живлення, тригер, земля та вихід.

При підключенні до Arduino за умови, якщо датчик живиться від 5 В, достатньо підключити цей вихід до Gnd мікроконтролера та відповідним пінам живлення [37]. При цьому виходи echo та trig підключаються до цифрових виходів мікроконтролера.

Підключення ультразвукового датчика відстані HC-SR04 до Arduino наведено на рисунку 2.14. Вартість такого датчика в Україні становить 59 гривень [48].

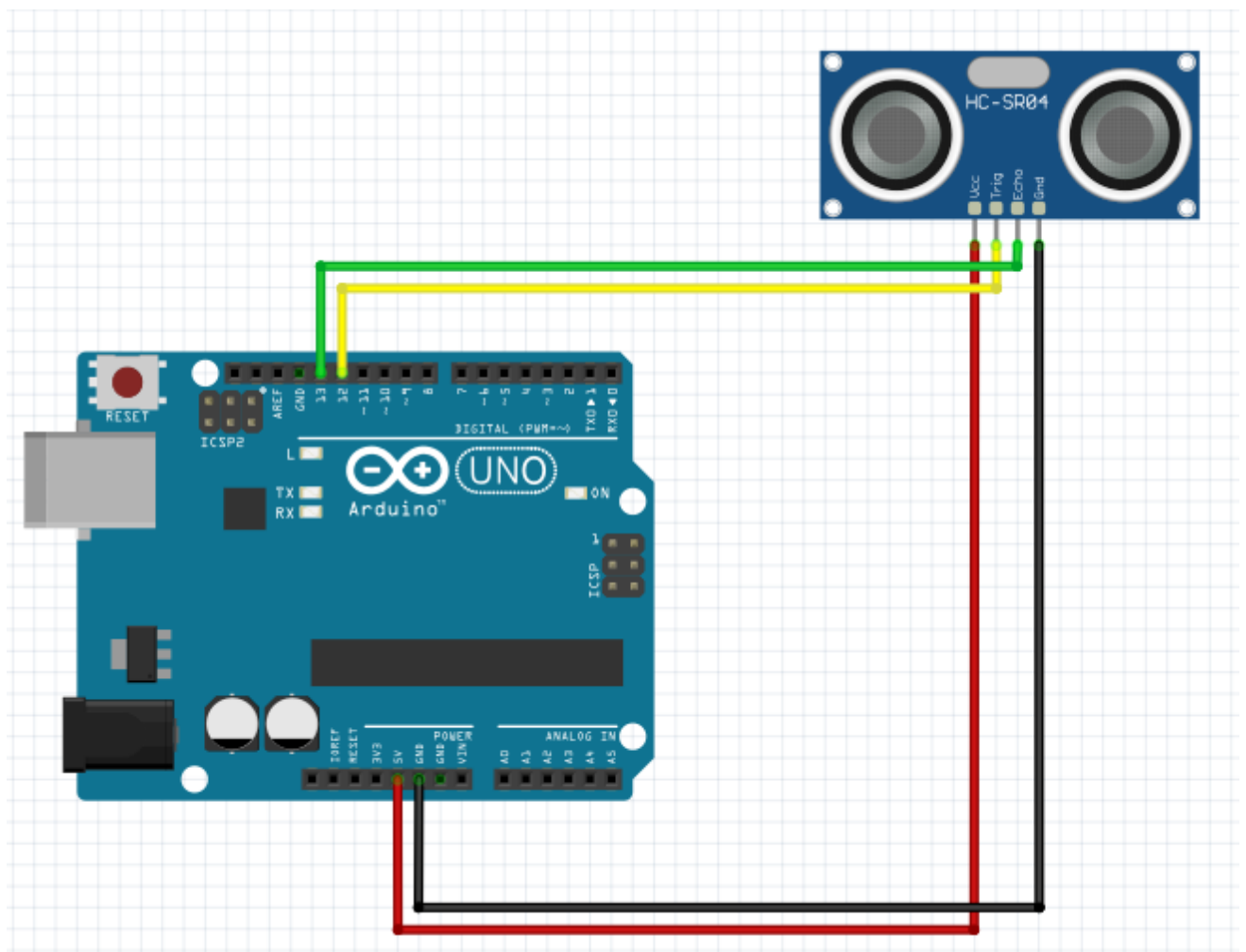


Рисунок 2.14 - Підключення ультразвукового датчика відстані HC-SR04 до Arduino

Наступним датчиком в АСВА буде датчик нахилу та вібрацій SW-18010P (рисунок 2.15). Вартість такого датчика становить 28,13 гривень [27]. Технічні характеристики датчика наведені у таблиці 2.6, а підключення до мікроконтролера Arduino наведено на рисунку 2.16.

Датчики вібрацій – це датчики, які працюють за різними принципами реєстрації оптичних або механічних коливань в системі, за якою ведеться спостереження. Наявна велика кількість датчиків вібрацій, які по своїй суті реєструють не саму вібрацію, а опосередковані характеристики, завдяки яким можна в подальшому встановити вібрації.



Рисунок 2.15 – Датчик нахилу та вібрацій SW-18010P

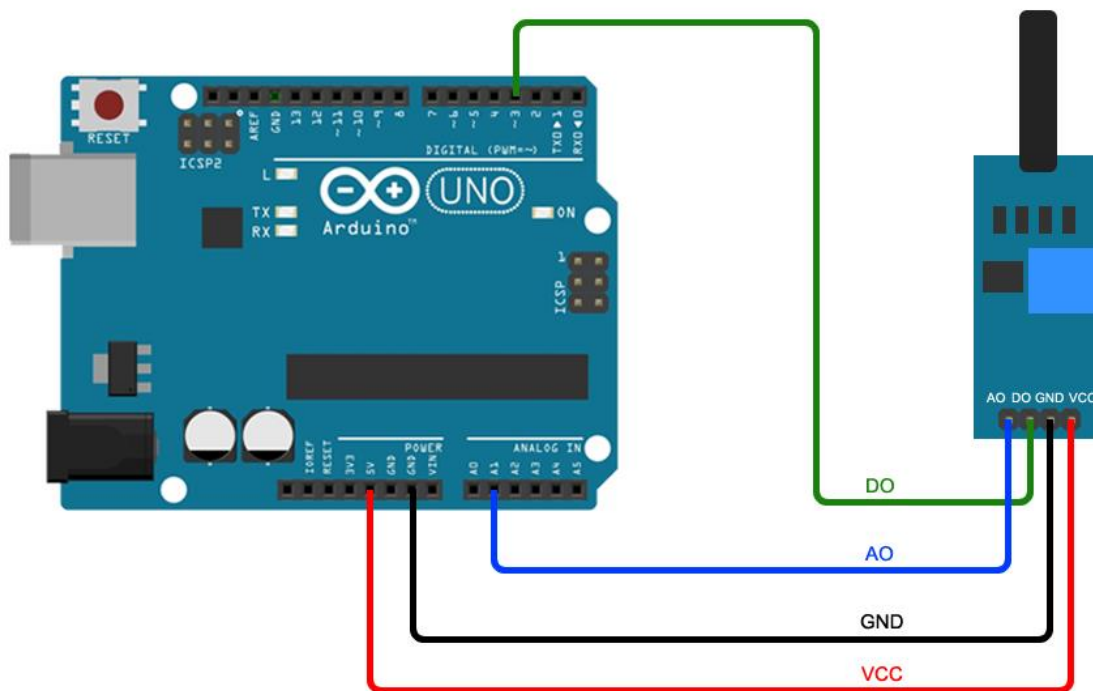


Рисунок 2.16 – Підключення SW-18010P до Arduino

Існують пасивні та активні датчики вібрацій, а також датчики, які вимірюють абсолютні або відносні вібрації. Також відрізняється частотний діапазон датчиків, якість та точність вимірювань, а також динаміка сигналу.

Датчик вібрацій та нахилу SW-18010P зібраний на платі невеликого розміру, а саме 32 x 14 мм. Основною мікросхемою датчика є компаратор LM393. За

реєстрацію показань вібрацій відповідає пружина в металевому корпусі, з якої знімаються показання. У випадку реєстрації прискорення або удару ця пружина торкається корпусу, в результаті чого в роботі датчика відбувається замикання [27].

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики датчика вібрацій та нахилу SW-18010P [27]

Характеристика	Значення
Розміри, мм	32 x 14 x 8
Вихідний струм, мА	15
Споживаний струм, мА	10
Напруга живлення, В	3,3-5
Цифровий вихід	TTL

SW-18010P містить 4 контакти, цифровий та аналоговий вихідні контакти та ще два контакти для підключення живлення. Аналоговий сигнал зчитується через окремий вихід A0. Цифровий вихід позначається D0 та у випадку торкання пружини встановлюється лог із значенням 0, а у випадку відсутності торкання – лог із значенням 1.

В датчику наявна можливість регулювання чутливості виходу завдяки корегуванням значення на поворотному потенціометрі, а цифровий вихід при цьому може видавати струм зі значенням до 15 мА.

Призначення контактів у датчику SW-18010P наступне:

- аналоговий вихід A0;
- цифровий вихід D0;
- живлення датчика VCC і GND.

### 2.3 Додаткове обладнання в автоматизованій системі виявлення аварій на транспортних засобах

Також в АСВА необхідно передбачити перетворювач живлення, яким буде виступати понижувальний трансформатор напруга з 230 до 12 В (рисунок 2.17), електрична схема трансформатора наведена на рисунку 2.18. Технічні характеристики наведені у таблиці 2.7. Вартість такого трансформатора становить 410 гривень [46].

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики трансформатора [46]

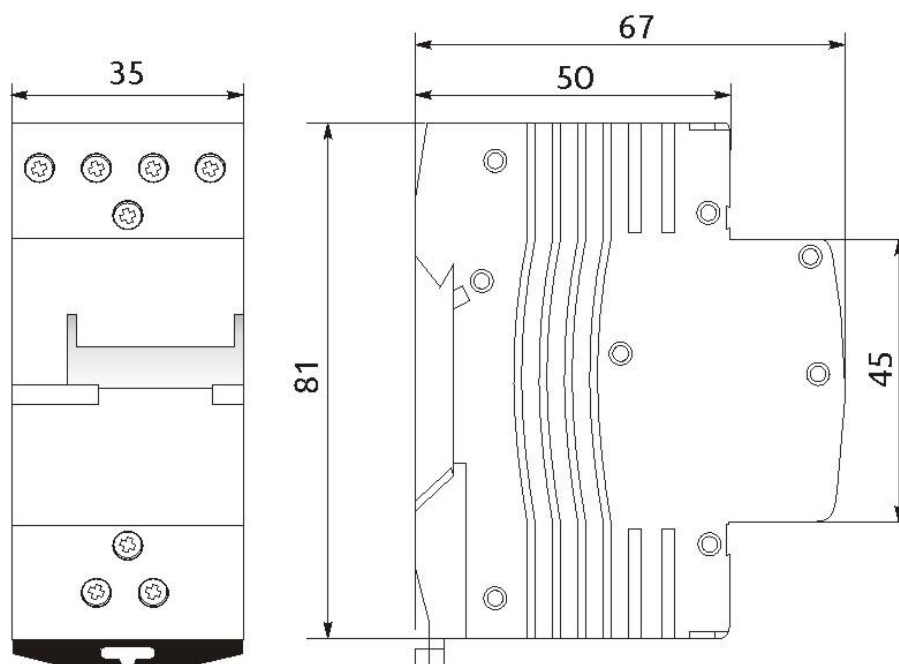
Характеристика	Значення
Температура зберігання	Від -25 °С до +70 °С
Діапазон робочий температур	Від -25 °С до +55 °С
Максимально допустима висота над рівнем моря для використання	2000 м
Ступінь захисту	IP20
Момент затиску болтів	1,5 Нм
Вихідна потужність	8 Вт
Номінальна імпульсна напруга	5000 В
Номінальна напруга ізоляції	500 В
Відповідність стандарту	ІЕС 61558-2-6
Перетин провідників, що під'єднуються	< 10 мм <sup>2</sup>
Номінальна частота	50/60 Гц
Номінальна напруга на вторинні обмотці	12 В
Номінальна напруга на первинній обмотці	230 В

Оскільки вихідна напруга в АСВА після проходження по діодовим мостам випрямлячів в трансформаторі має пульсуючий характер, то необхідно передбачити фільтрацію з метою отримання постійного чистого струму. Зазвичай

таку проблему можна вирішити підключенням одного або декількох конденсаторів, номінал яких залежить від вихідної напруги.



а)



б)

Рисунок 2.17 – Трансформатор напруги:

а – зовнішній вигляд; б - схема

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ

Арк.  
44

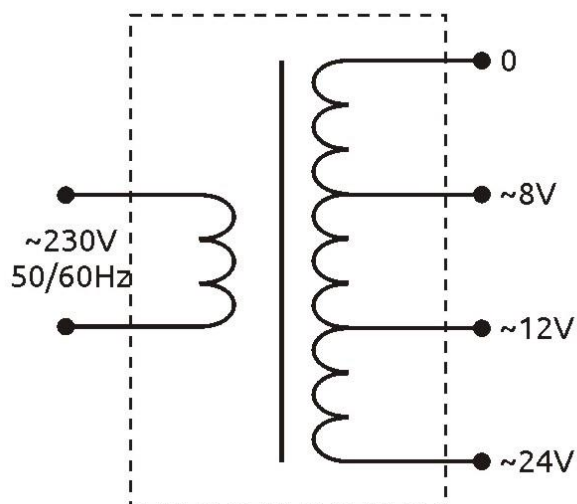


Рисунок 2.18 – Електрична схема трансформатора

В якості стабілізатора напруги в АСВА передбачено використання моделі LM7805 (рисунок 2.19). Технічні характеристики стабілізатора наведені у таблиці 2.8.



Рисунок 2.19 – Стабілізатор напруги LM7805 TO-220

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики стабілізатора напруги LM7805 TO-220 [42]

Характеристика	Значення
Максимальний вихідний струм, А	1,0
Вихідна напруга, В	5,0
Вхідна напруга, В	від 7,5 до 25
Корпус	ТО-220

Ця модель представляє собою достатньо класичний стабілізатор напруги параметричного типу, виконаний в корпусі ТО-220. Основною перевагою цього стабілізатора та причиною його широко використання став мінімальний рівень шуму при роботі за умови збереження стабільності напруги живлення. Крім того, цьому стабілізатору характерна мінімальна кількість додаткових зовнішніх компонентів та простота підключення. Вартість стабілізатора становить 10 гривень [42].

Для сповіщення про спрацювання АСВА всередині транспортного засобу необхідно передбачити зумер або біпер (рисунок 2.20). Цей пристрій представляє собою звуковий сигнальний пристрій, який за принципом роботи може бути електромеханічним, механічним або п'єзоелектричним.



Рисунок 2.20 – Зумер

Працює зумер від постійної напруги у 5В, в той час як звуковий сигнал генерується за допомогою вбудованого генератора [28]. Технічні характеристики зумера наведені в таблиці 2.9. Схема підключення зумера наведена на рисунку 2.21. Вартість зумера становить 8 грн.

Також в АСВА для виведення інформації та можливості розуміння користувачем, що відбувається в АСВА, необхідно передбачити дисплей. В якості дисплея буде використано екран 16 x 4 (рис. 2.22).

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики зумера [28]

Характеристика	Значення
Тривалість сигналу, мс	1-1000
Максимальний споживаний струм, мА	10
Робоча напруга, В	5
Частота, Гц	2300
Тип сигналу	безперервний
Рівень звукового тиску, дБ/хв	85

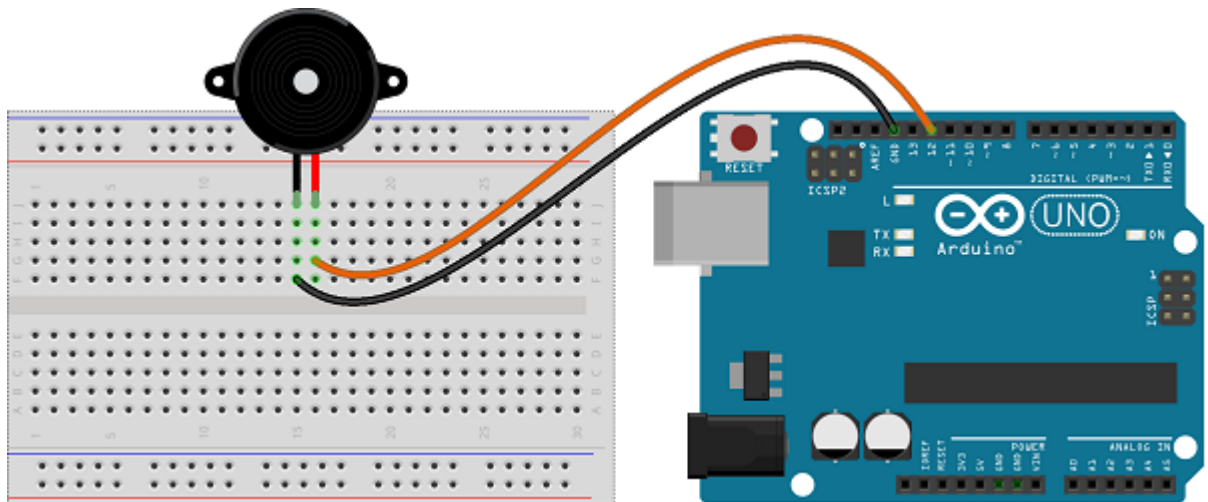


Рисунок 2.21 – Підключення зумера до Arduino



Рисунок 2.22 – Дисплей 16 x 4

В цьому дисплеї символи відображаються білим кольором на екрані з синьою підсвіткою. На екран можна виводити 4 рядки інформації по 16 символів в кожному рядку.

Технічні характеристики дисплея наведені у таблиці 2.10, а опис контактів – у таблиці 2.11. Вартість такого дисплею в Україні становить 115 гривень. Підключення дисплею до Arduino наведено на рисунку 2.23.

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики екрану [8]

Характеристика	Значення
Кількість символів, шт.	16 x 4
Живлення, В	5
Габаритні розміри, мм	87 x 60 x 12,8
Зона виводу інформації, мм	62 x 26
Підсвітка	Світлодіод
Інтерфейс	Паралельний

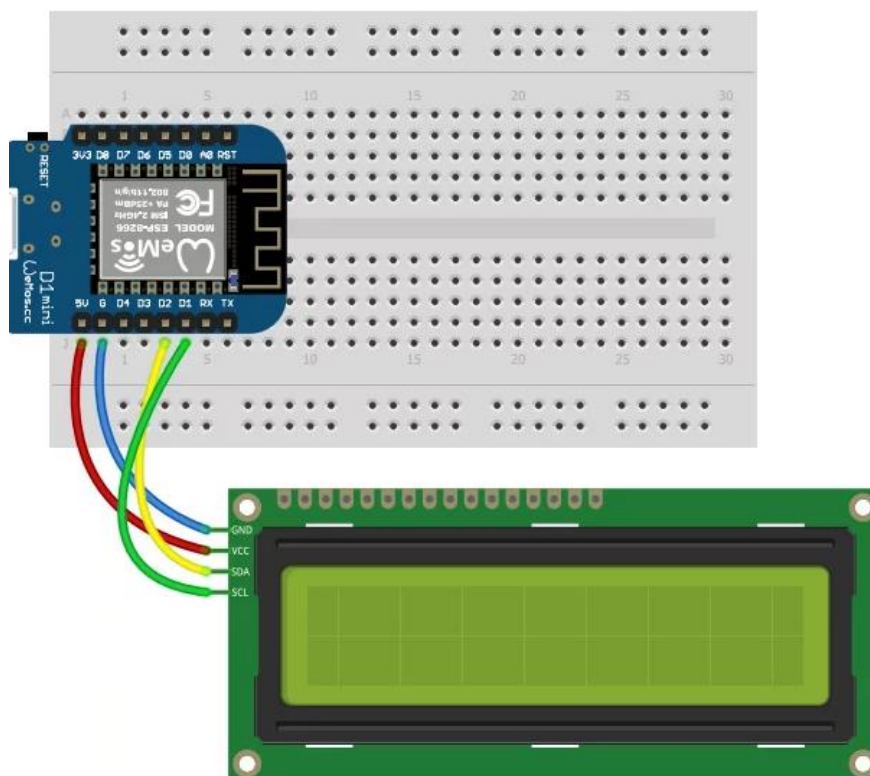


Рисунок 2.23 – Підключення дисплею до Arduino

Таблиця 2.11 – Опис контактів дисплею 16x4 [8]

№	Опис	Символ
1	Заземлення	V <sub>SS</sub>
2	Джерело живлення	V <sub>DD</sub>
3	Налаштування контрасту	V <sub>0</sub>
4	Сигнал вибору даних/інструкції	R <sub>s</sub>
5	Зчитування/запис	R/W
6	Увімкнення сигналу	E
7-14	Лінія шини даних	DB0-DB7
15	Блок живлення для V/L+	A
16	Блок живлення для V/L-	K

В якості світлодіодної лампи було підібрано тип світлофор для Arduino (рисунок 2.24) [39]. Вартість такого модулю становить 45 гривень. Напруга живлення становить 5 В, діаметр світлодіоду 5 мм, а кольори – червоний, зелений і жовтий.

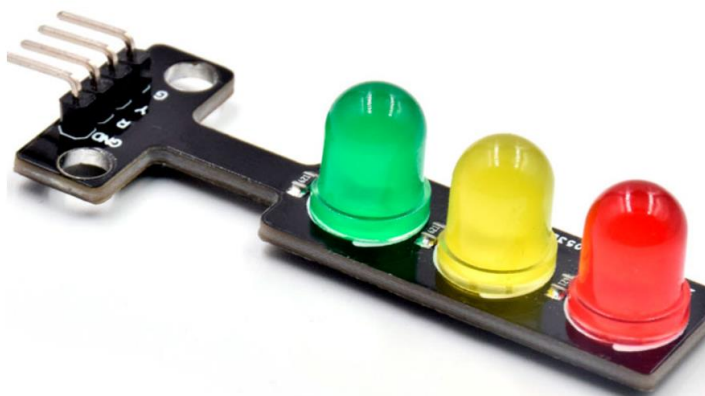


Рисунок 2.24 – Світлодіодний модуль

Останній вид додаткового обладнання в АСВА – це резистор. Цей пристрій представляє собою пасивний двоконтактний компонент електричного кола, призначення якого полягає у реалізації електричного опору, що і є його основною

характеристикою. Струм, який проходить через резистор знаходиться у прямопропорційній залежності із напругою на його виходах. Така залежність описується законом Ома [50]:

$$I = \frac{V}{R}, \quad (2.2)$$

де  $R$  – це опір провідника;

$V$  – це різниця потенціалів, В;

$I$  – сила струму, А.

Існує два основних види використання резисторів. Перший вид – це послідовний резистор, який описується залежністю 2.3, і паралельний резистор, для якого застосовується залежність 2.4.

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots R_n. \quad (2.3)$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \frac{1}{R_n}}. \quad (2.4)$$

У випадку підключення світлодіоду до Arduino буде достатньо резистору на 220 Ом (рисунок 2.25) [35, 38]. Вартість 5 штук таких резисторів становить 2 гривні, а потужність 0,25 Вт. Набір у 100 штук коштує 198 гривень.



Рисунок 2.25 - Резистор

## 2.4 Вартість розробленої автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

В загальному для функціонування системи виявлення аварій на транспортному засобі необхідний ряд пристроїв, які перераховані нижче із наведенням їх вартості:

- мікроконтролер Arduino Uno – 399 гривень;
- GSM модуль SIM800L – 140 гривень;
- GPS модуль NEO-6M – 217 гривень;
- датчик прискорень ADXL335 – 129 гривень;
- ультразвуковий датчик HC-SR04 – 59 гривень;
- стабілізатор напруги LM7805 – 10 гривень;
- зумер – 8 гривень;
- датчик вібрацій SW-18010P – 28 гривень;
- набір резисторів – 198 гривень;
- світлодіод – 45 гривень;
- дисплей 16 x 4 – 115 гривень.

Тоді, загальна вартість обладнання для АСВА становить:

$$M = 399 + 140 + 217 + 129 + 59 \cdot 2 + 10 + \\ + 8 + 28 + 198 + 45 + 115 = 1407 \text{ грн.} \quad (2.5)$$

## 2.5 Висновки до другого розділу

У другому розділі було проведено підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Це обладнання включає в себе ряд пристроїв, до яких відносяться мікроконтролер Arduino Uno, GSM модуль SIM800L, GPS модуль NEO-6M, датчик прискорень ADXL335, ультразвуковий датчик HC-SR04, стабілізатор напруги LM7805, зумер, датчик вібрацій SW-

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		51

18010P, набір резисторів, світлодіод, дисплей 16 x 4. Також було проведено розрахунок вартості обладнання для такої системи, яке в загальному становить 1407 гривень, що робить АСВА достатньо бюджетною системою підвищення безпеки на транспортному засобі.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		52

### 3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

#### 3.1 Розробка автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

Роботу АСВА можна умовно розділити на три фази, які зображені на рисунку 3.1. На першому етапі спрацьовує акселерометр та відбувається реєстрація аварії у випадку зіткнення. Зіткнення з іншим транспортним засобом або об'єктом відбувається у тому випадку, коли значення попередньо налаштованих координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  різко падають до нуля.

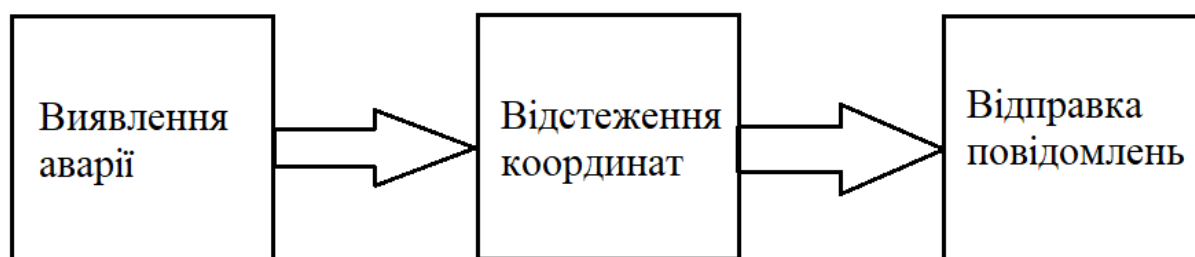


Рисунок 3.1 – Принципова схема послідовності дій в автоматизованій системі виявлення аварій

На рисунку 3.2 наведено блок-схему роботи АСВА. АСВА зчитує координати куту нахилу, які фіксуються датчиком SW-18010P. На початку руху ТЗ значення куту нахилу дорівнює нулю і може змінюватись в межах від 0 до 360 градусів в процесі руху автомобіля. У випадку, якщо кут нахилу перевищує порогове значення, та показники акселерометра стрімко падають майже до нульових значень, АСВА розцінює ці показники як виникнення аварії. Порогові значення по осям ординат та абсцис становлять по  $320^\circ$ .

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ*

Арк.  
53

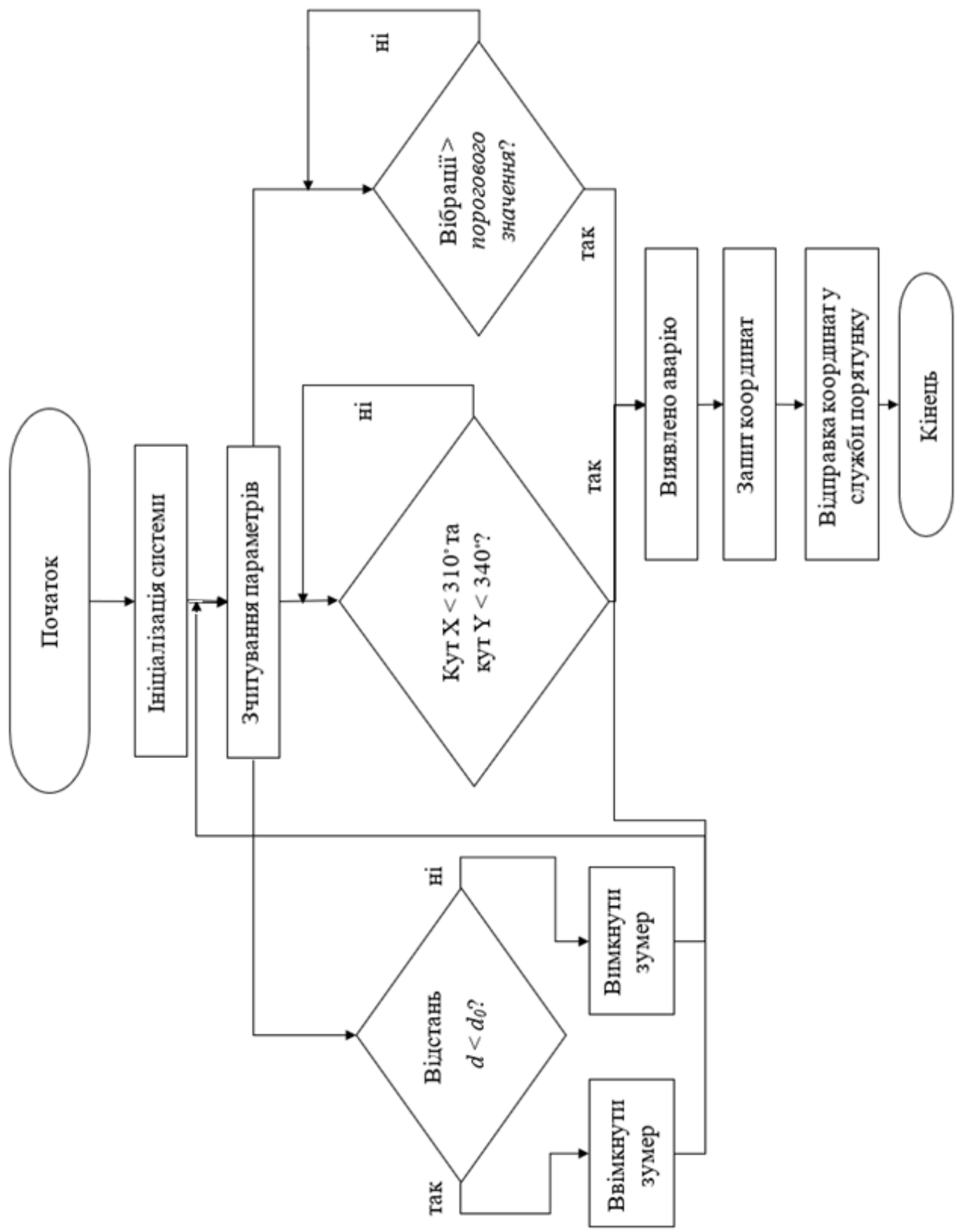


Рисунок 3.2 – Блок-схема функціонування автоматизованої системи виявлення аварій



прокласти шлях до місця аварії та вони зреагують швидше, ніж у випадку звичайного виклику за допомогою мобільного телефону.

Перевагами використання АСВА є те, що повідомлення про аварію буде відправлятися автоматично без участі водія транспортного засобу. Тобто, у випадку, якщо всі учасники аварії знаходяться у непритомному або дуже важкому стані, їм не треба буде чекати, поки сторонні свідки аварії зможуть викликати поліцію та швидку медичну допомогу.

На першому етапі функціонування АСВА відбувається ініціалізація системи, тобто запуск роботи всіх датчиків та отримання відповідних параметрів та сигналів. Параметри з датчиків автоматично відправляються на мікроконтролер [29]. Наприклад, ультразвуковий датчик отримує значення відстані до об'єкта, в той час як акселерометр передає параметри швидкості та прискорень транспортного засобу, а датчик вібрації призначений вже власне для реєстрації вібрації, яка в будь-якому випадку виникає в автомобілі при зіткненні з об'єктом, незалежно від того, чи це автомобіль, чи пішохід, чи перешкода на дорозі, наприклад дерево чи стовп.

Після спрацювання ультразвукового датчику та реєстрації об'єкта на відстані до 5 см відбувається відправка сигналу водію. На наступному етапі відбувається перевірка системою власне зіткнення для зменшення кількості хибних спрацювань. Ця перевірка виконується шляхом наявності вібрацій у транспортному засобі та її реєстрації і відправці про це відповідного сигналу до мікроконтролеру з датчику вібрацій. У випадку, якщо дані з датчику вібрацій не перевищують порогове значення, система автоматично зчитає ці дані як хибне спрацювання та повернеться у звичайний режим роботи.

Дані із датчику вібрації також порівнюються із значенням акселерометра. Якщо реєструється різке падіння швидкості та зменшення куту нахилу нижче порогового значення, то такі дані підтверджують про наявність аварій [49]. Зверніть увагу на те, що для реєстрації аварії обидва датчики, і датчик вібрації, і акселерометр, повинні підтвердити своїми значеннями наявність аварії. Якщо ж,

наприклад, мікроконтролер отримає лише значення вібрацій без зменшення швидкості транспортного засобу, то АСВА буде сприймати ці значення, як помилкові та хибне спрацювання системи в результаті, наприклад, не якісного дорожнього покриття.

Після виявлення аварії відбувається відправка повідомлення за допомогою GSM модулю із координатами, отриманими з GPS модулю на збережені номери. За замовченням, збереженими номерами є 102 та 103, тобто поліція та швидка медична допомога.

Принципова схема підключення обладнання до мікроконтролера наведена на рисунку 3.3.

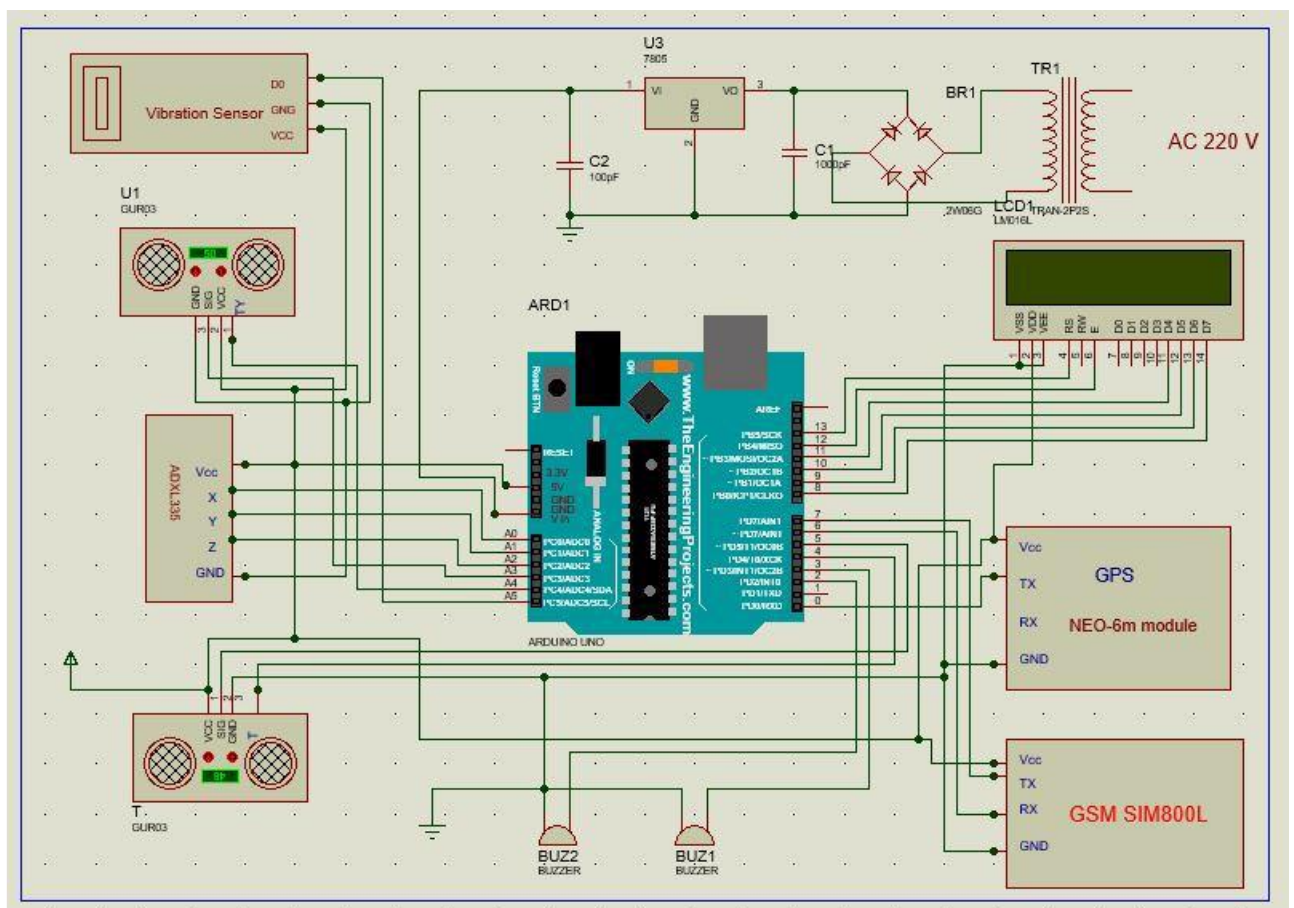


Рисунок 3.3 – Принципова схема підключення обладнання до мікроконтролера в автоматизованій системі виявлення аварій

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



нахилу по осям відносно початку координат необхідно виконати ряд розрахунків. Для початку необхідно перетворити 10-розрядні значення АЦП в одиниці вимірювання сили тяжіння, яка буде позначатись  $g$ . Відповідно до специфікації ADXL335, при  $0g$  масштабний коефіцієнт чутливості становить  $330 \text{ мВ/г}$ , а максимальна напруга -  $1,65 \text{ В}$ .

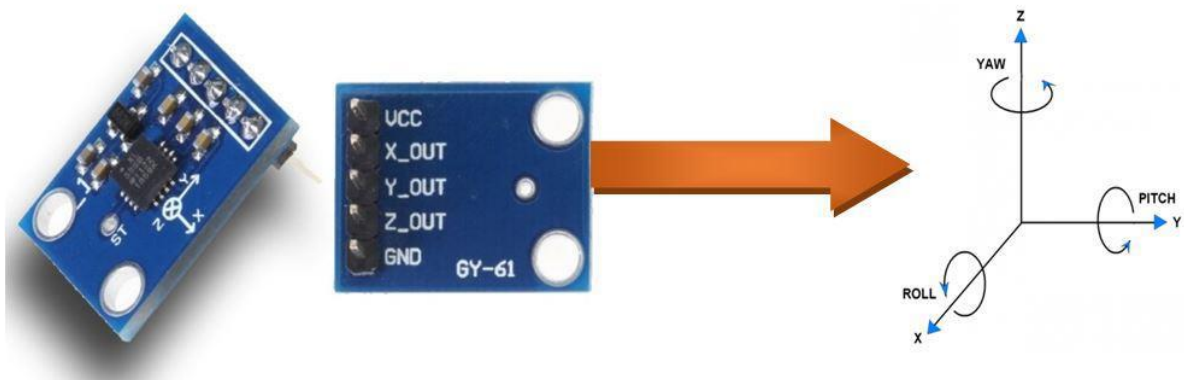


Рисунок 3.4 – Кути повороту по осям, які реєструються датчиком вібрацій та нахилу ADXL335

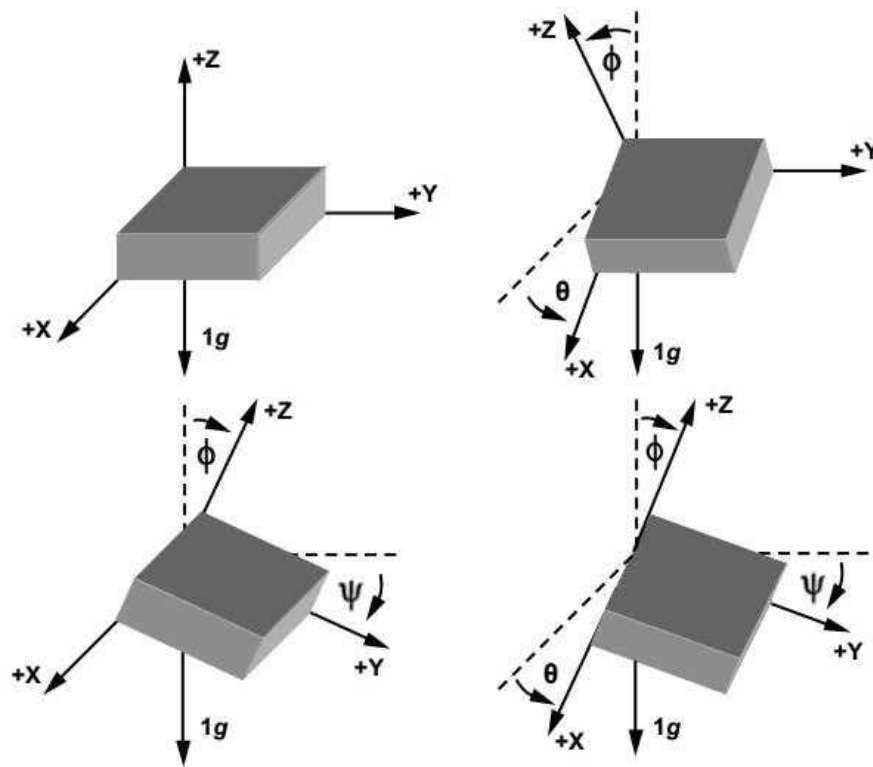


Рисунок 3.5 – Зміна куту нахилу в АСВА

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ

Арк.  
59

В загальному розрахунок виконується за формулою:

$$A_{out} = \frac{V_{ref} \cdot D}{1024 \cdot SSF} - U_{0g}, \quad (3.1)$$

де  $SSF$  – коефіцієнт чутливості, становить 0,330 мВ/г;

$U_{0g}$  – напруга при  $0g$ , становить 1,65 В;

$D$  – значення, зчитане з АЦП;

$A_{out}$  – кут нахилу, град.

Крім того, необхідно визначити частотну характеристику датчика вібрацій. Датчик вібрацій містить пружинний механізм (рисунок 3.6), який виконує замикання контакту за умови, що сила вібрації перевищує порогове значення. Рух пружинного механізму призводить до зміни електричної напруги, яка вимірюється мікроконтролером Arduino. Якщо наявна вібраційна сила, яка діє на вимикач, то пружина всередині вібує, в результаті чого викликається короткочасне замикання між двома клемами (рисунок 3.7).

На рисунку 3.8 показано часову діаграму ультразвукового датчика HC-SR04. Початок вимірювання викликається отримання імпульсу високого рівня, який становить 5 В, протягом щонайменше 10 мкс. Цей імпульс ініціює передачу 8 циклів ультразвукових імпульсів, частота яких становить 40 кГц. Відправлений імпульс при зустрічі із перешкодою відправляється назад, в результаті чого на вихід Echo встановлюється високий рівень сигналу із реєстрацією часу, за який ультразвуковий сигнал пройшов відстань до об'єкта і повернувся назад. В результаті в АСВА викликається спрацювання зумеру.

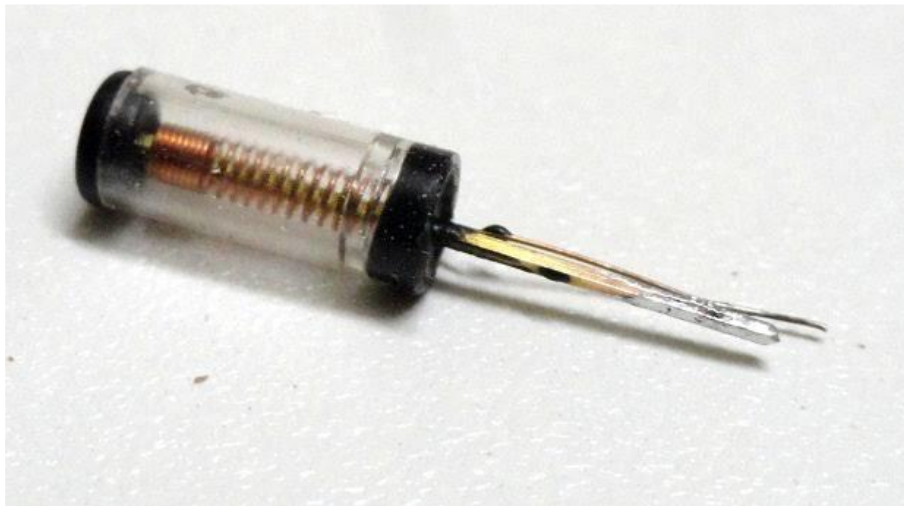


Рисунок 3.7 – Пружинний механізм в датчику вібрацій ADXL335

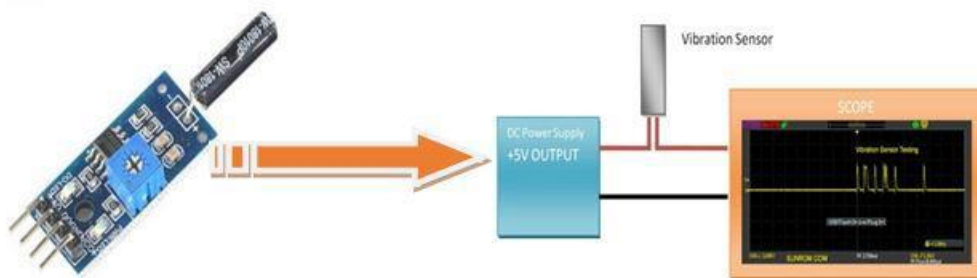


Рисунок 3.7 – Частотна характеристика датчика вібрацій ADXL335

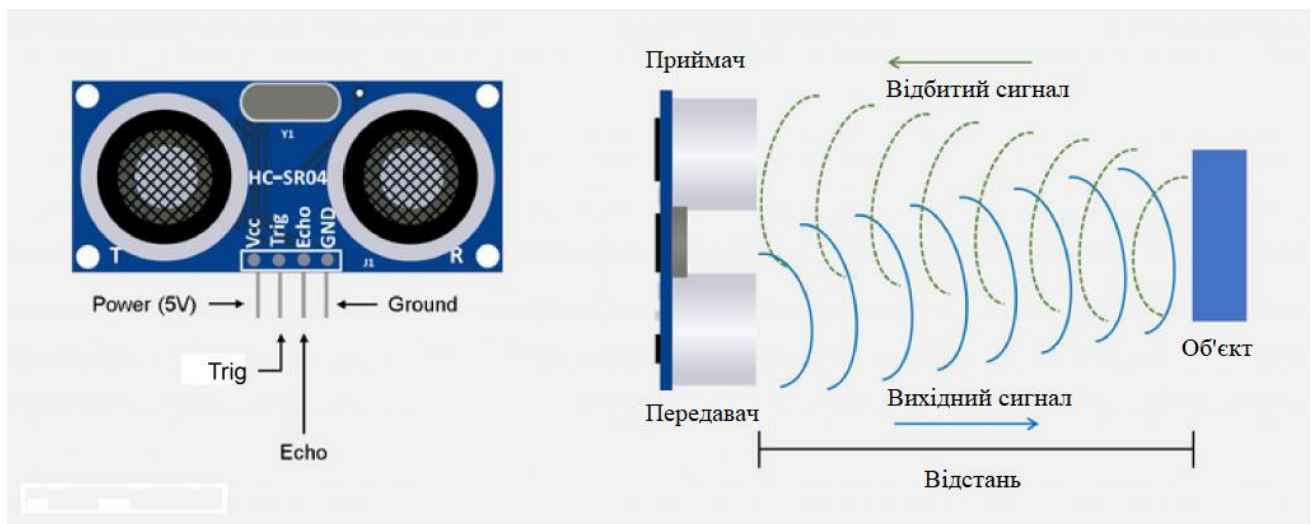


Рисунок 3.8 – Принцип спрацювання ультразвукового датчика в автоматизованій системі виявлення аварій

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

### 3.3 Створення прототипу автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

Запропонована автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах складає із наступних компонентів:

- мікроконтролер Arduino Uno;
- GSM модуль SIM800L;
- GPS модуль NEO-6M;
- датчик прискорень ADXL335;
- ультразвуковий датчик HC-SR04;
- стабілізатор напруги LM7805;
- зумер;
- датчик вібрацій SW-18010P;
- набір резисторів;
- світлодіод;
- дисплей 16 x 4.

Всі компоненти були зібрані у відповідності до принципової схеми, яка була розроблена та змодельована. Ця схема наведена на рис. 3.3, а прототип наведений на рисунку 3.9.

Для перевірки роботи розробленої АСВА було взято іграшковий автомобіль, всі елементи системи були підключені та запущені. Система в робочому стані наведена на рисунку 3.10.

Також було перевірено процес зчитування координат та відправки повідомлень на введені номери. Для перевірки використовувався власний номер телефону. Результати відображення локації наведено на рисунку 3.11.

Як видно з рисунку 3.12, одержувач повідомлення отримує місцезнаходження аварії як у вигляді прямого посилання на Google Maps, так і у вигляді координат.

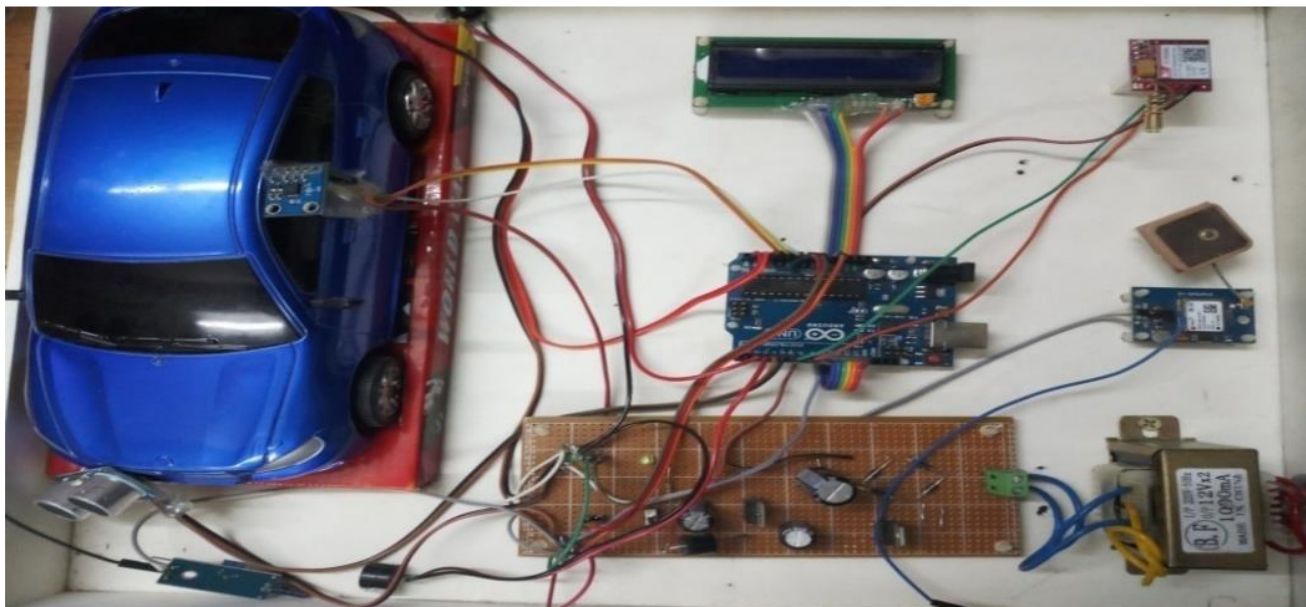


Рисунок 3.9 – Прототип автоматизованої системи виявлення аварій

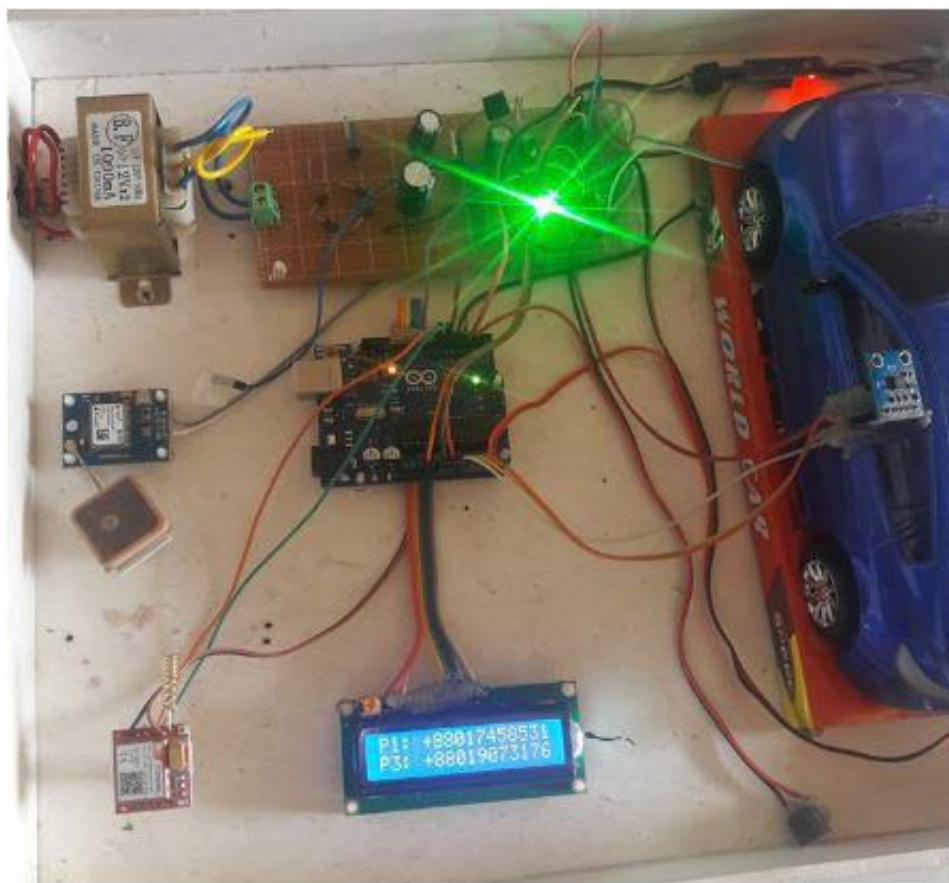


Рисунок 3.10 – Підключена автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах

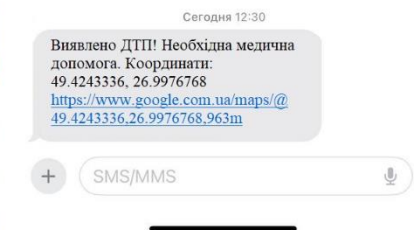
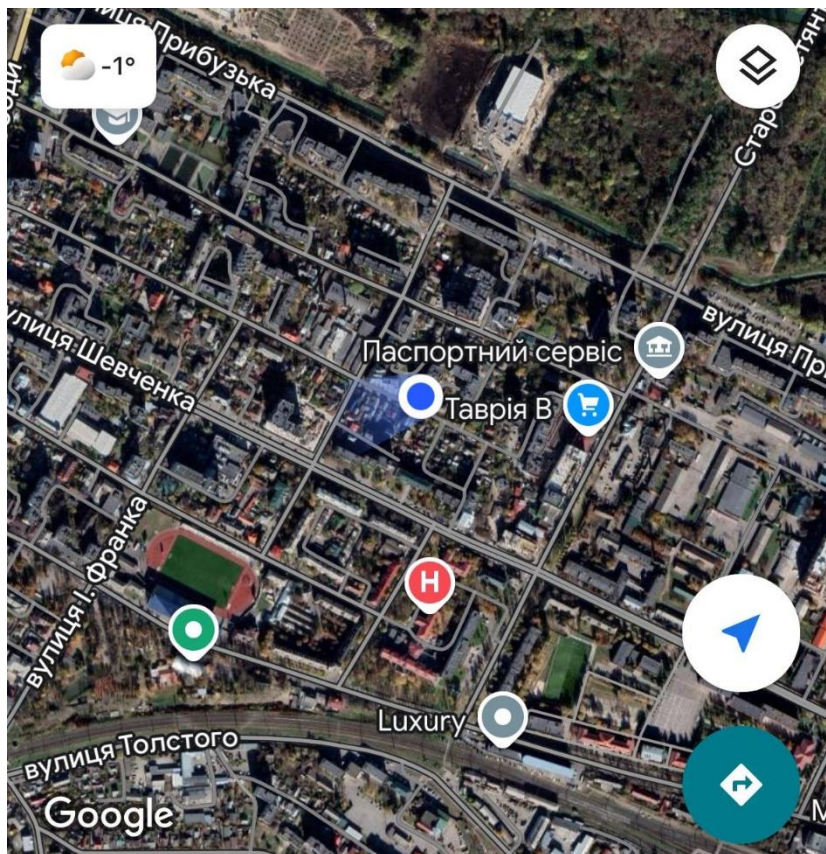


Рисунок 3.11 – Приклад повідомлення про виникнення аварії

### 3.4 Висновки до третього розділу

В розділі наведено блок-схему та принцип роботи складових автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Також наведена принципова схема підключення датчиків та модулів до мікроконтролера Arduino Uno.

Також наведені отримані результати в процесі розробки та моделювання роботи АСВА на ТЗ та наведені її переваги та обмеження. Принцип роботи полягає у виявленні на транспортному засобі зближення з об'єктом попереду або позаду автомобіля, подальшої перевірки наявності вібрацій в автомобілі та різкого зменшення швидкості і подальшої відправки повідомлення про аварію у служби швидкої медичної допомоги та поліції із зазначенням координат, де сталася аварія.

В результаті запровадження такої системи в автомобіль можна значно пришвидшити процес виїзду швидкої медичної допомоги на місце аварії, що знизить ризик смертності постраждалих в результаті важкого травмування та невчасного надання медичної допомоги. Також ця система надає можливість автоматично відправляти повідомлення без втручання водія, тому збільшує ймовірність порятунку постраждалих у тому випадку, коли учасники ДТП заблоковані в автомобілі або втратили свідомість.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

## ВИСНОВКИ

В першому розділі проведено аналіз статистичних даних щодо ДТП, які відбуваються у світі та окремо в Україні. Аналіз цих даних показав зростання кількості ДТП на дорогах за участі автомобілів, а також найбільший внесок легкового транспорту у частку від загальної кількості ДТП в Україні. Проведений аналіз підкреслив актуальність роботи та розробки автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах.

Також в розділі проведено огляд існуючих технологічних та технічних рішень щодо забезпечення та підвищення рівня безпеки в транспортних засобах за допомогою автоматизованого обладнання. Серед існуючих систем безпеки у жодної немає функціоналу автоматичного сповіщення медичних служб про виникнення ДТП із постраждалими, травмованими або загиблими особами.

Також було проведено аналіз проєктів із функціоналом відправки сповіщення у медичні служби про настання ДТП. Ці проєкти хоча і були розроблені тільки у вигляді прототипів, але допомогли виокремити функціонал, який необхідний в АСВА.

На основі проведеного аналізу були поставлені вимоги до автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Дослідження буде проводитись за принципом каскаду, який також описаний у розділі.

У другому розділі було проведено підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Це обладнання включає в себе ряд пристроїв, до яких відносяться мікроконтролер Arduino Uno, GSM модуль SIM800L, GPS модуль NEO-6M, датчик прискорень ADXL335, ультразвуковий датчик HC-SR04, стабілізатор напруги LM7805, зумер, датчик вібрацій SW-18010P, набір резисторів, світлодіод, дисплей 16 x 4. Також було проведено розрахунок вартості обладнання для такої системи, яке в загальному становить 1407 гривень, що робить АСВА достатньо бюджетною системою підвищення безпеки на транспортному засобі.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

В розділі наведено блок-схему та принцип роботи складових автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Також наведена принципова схема підключення датчиків та модулів до мікроконтролера Arduino Uno.

Також наведені отримані результати в процесі розробки та моделювання роботи АСВА на ТЗ та наведені її переваги та обмеження. Принцип роботи полягає у виявленні на транспортному засобі зближення з об'єктом попереду або позаду автомобіля, подальшої перевірки наявності вібрацій в автомобілі та різкого зменшення швидкості і подальшої відправки повідомлення про аварію у служби швидкої медичної допомоги та поліції із зазначенням координат, де сталася аварія.

В результаті запровадження такої системи в автомобіль можна значно пришвидшити процес виїзду швидкої медичної допомоги на місце аварії, що знизить ризик смертності постраждалих в результаті важкого травмування та невчасного надання медичної допомоги. Також ця система надає можливість автоматично відправляти повідомлення без втручання водія, тому збільшує ймовірність порятунку постраждалих у тому випадку, коли учасники ДТП заблоковані в автомобілі або втратили свідомість.

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ali H.M., Alwan Z. S. Car accident detection and notification system using smartphone. *LAP LAMBERT Academic Publishing Saarbrucken*. 2017. pp. 101-112
2. Arduino Uno R3 з кабелем USB. URL: <https://uamper.com/Arduino-Uno> (дата звернення - 01.03.2025)
3. ATMEGA328P-PU. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/atmega328p-pu> (дата звернення - 02.03.2025)
4. Automated Vehicles for Safety. URL: <https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/automated-vehicles-safety> (дата звернення - 25.02.2025)
5. Blum J. Arduino: інструменти та методи. Wiley, 2019. 512 с.
6. GSM модуль на SIM800L. URL: [https://arduino.ua/ru/prod1665-gsm-modul-na-sim800l?srsltid=AfmBOopfaxYx0mmYjQZsebCZ\\_MDIcF\\_1J9Gj1Fj2cgE8nsaWOkZ\\_LNhMm](https://arduino.ua/ru/prod1665-gsm-modul-na-sim800l?srsltid=AfmBOopfaxYx0mmYjQZsebCZ_MDIcF_1J9Gj1Fj2cgE8nsaWOkZ_LNhMm) (дата звернення - 07.03.2025)
7. GSM-модуль SIM800L: частина 2 – програмування, дзвінки, прийом/відправка SMS, керування по SMS. URL: <http://www.dec.dp.ua/index.php/instruktsii/arduino/70-gsm-modul-sim800l-chast-2-programmirovaniye-zvonki-priem-otpravka-sms-upravlenie-po-sms> (дата звернення - 10.05.2025)
8. LCD-матриця символна EONE High 16x4. URL: <https://arduino-kit.com.ua/lcd-matrica-simvolnaya-eone-high-16x4-1604.html> (дата звернення - 27.03.2025)
9. List of countries by traffic-related death rate. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_traffic-related\\_death\\_rate](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_traffic-related_death_rate) (дата звернення 15.02.2025)
10. NEO-6M GPS-модуль GY-NEO6MV2. URL: [https://arduino.ua/ru/prod5017-neo-6m-gps-modul-gy-gps-6mv2-neo6mv2?srsltid=AfmBOop6pjUA44WH2bFxdhft4WWKXL00GreRSP9G5TOplqJJj6Tv\\_7ed](https://arduino.ua/ru/prod5017-neo-6m-gps-modul-gy-gps-6mv2-neo6mv2?srsltid=AfmBOop6pjUA44WH2bFxdhft4WWKXL00GreRSP9G5TOplqJJj6Tv_7ed) (дата звернення - 09.03.2025)

					<i>КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		68









50. Чолпан П.П. Фізика: Підручник. К.: Вища школа, 2004. 567 с.

51. Що таке методологія Waterfall і як вона працює? URL: <https://flexi-project.com/uk/%D1%89%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B5-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-waterfall-%D1%96-%D1%8F%D0%BA-%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%B0-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%8E%D1%94/> (дата звернення 24.02.2025)

					КВРАКІТ.2022115.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		73

# Додатки

Додаток А  
Презентаційні слайди

Кваліфікаційна робота на тему:

«Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах»



Вступ та мета роботи

- Ступінь автоматизації виробничих процесів зростає щорічно. Крім того, автоматизація поширюється і на не виробничі сфери діяльності різного призначення.
- На ринку транспортних засобів наявні як окремі напівавтоматизовані системи керування транспортними засобами, так і системи керування автомобілем в цілому, який базується на використанні машинного зору та нейронної мережі.
- Хоча серед існуючих автоматизованих систем в транспортних засобах наявна велика кількість варіацій, жодна з існуючих систем підвищення безпеки водія та пасажирів не передбачає автоматичне сповіщення відповідних рятувальних служб у випадку виникнення дорожньо-транспортної пригоди
- Метою роботи є розробка автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах із функціоналом для автоматичного сповіщення про виникнення аварії швидкої медичної допомоги та поліції

## Статистичні дані щодо ДТП

Таблиця 1.2 – Статистичні дані по ДТП в Україні за 2011-2024 рр. [13, 43]

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кількість ДТП	31281	30699	30681	25854	25493	26782	27220
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Кількість ДТП	24294	26052	26140	24521	18628	23642	24852

Таблиця 1.3 – Статистичні дані щодо кількості загиблих в ДТП в Україні за 2011-2024 рр. [13, 43]

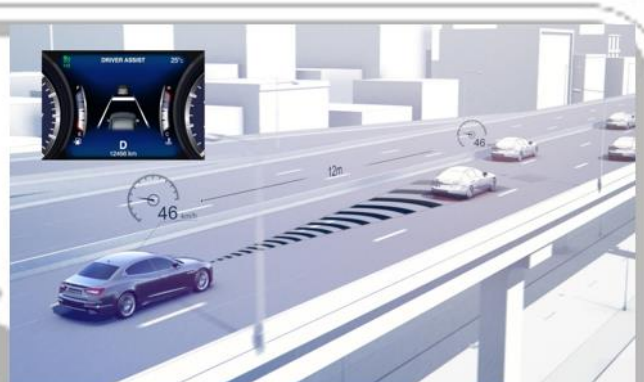
Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Загиблих	4908	5131	4833	4439	4003	3410	3432
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Загиблих	3350	3454	3541	3238	2791	3053	3111

3

## Сучасні автоматизовані системи забезпечення безпеки на транспортних засобах



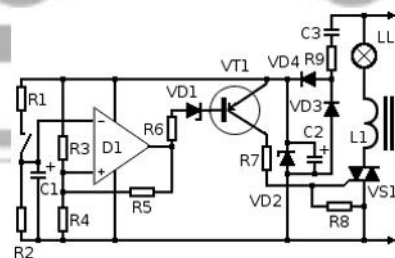
Система автоматичного розподілу гальмівних зусиль EBD



Адаптивний круїз-контроль

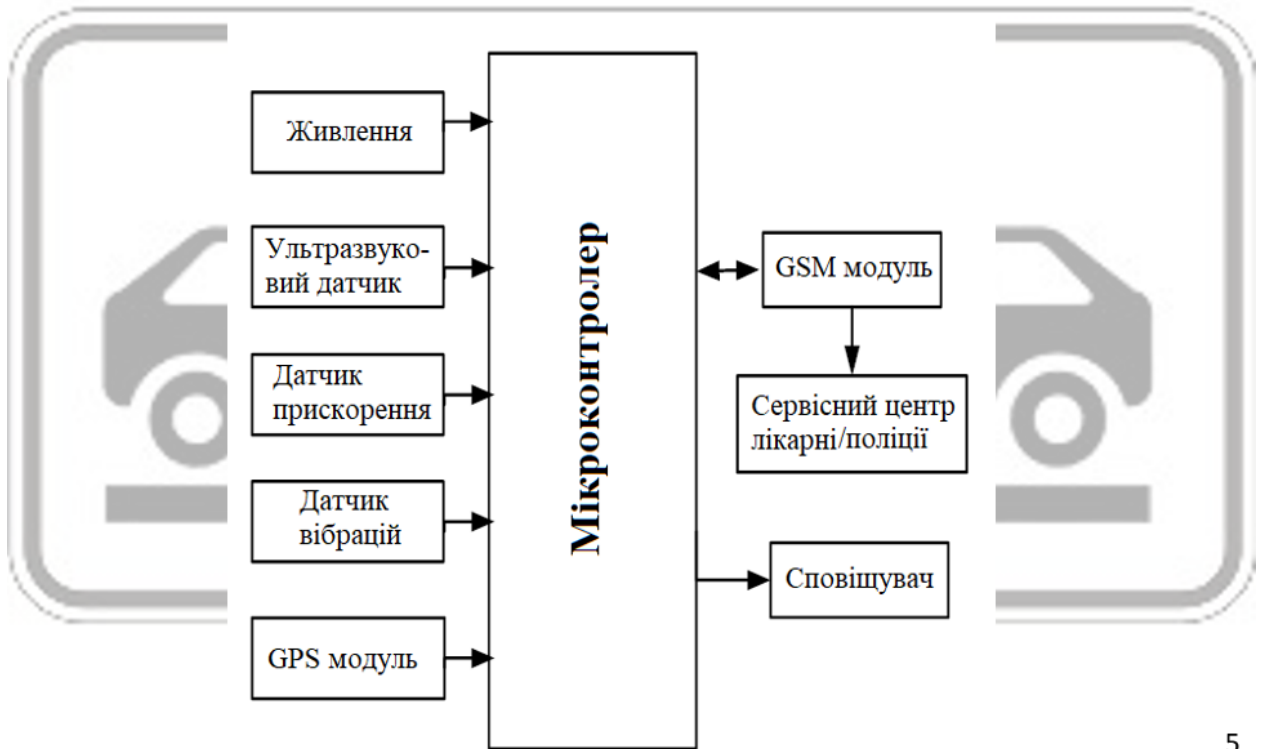


Tesla Vision



Система автоматичного ввімкнення фар 4

## Структурна схема автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



5

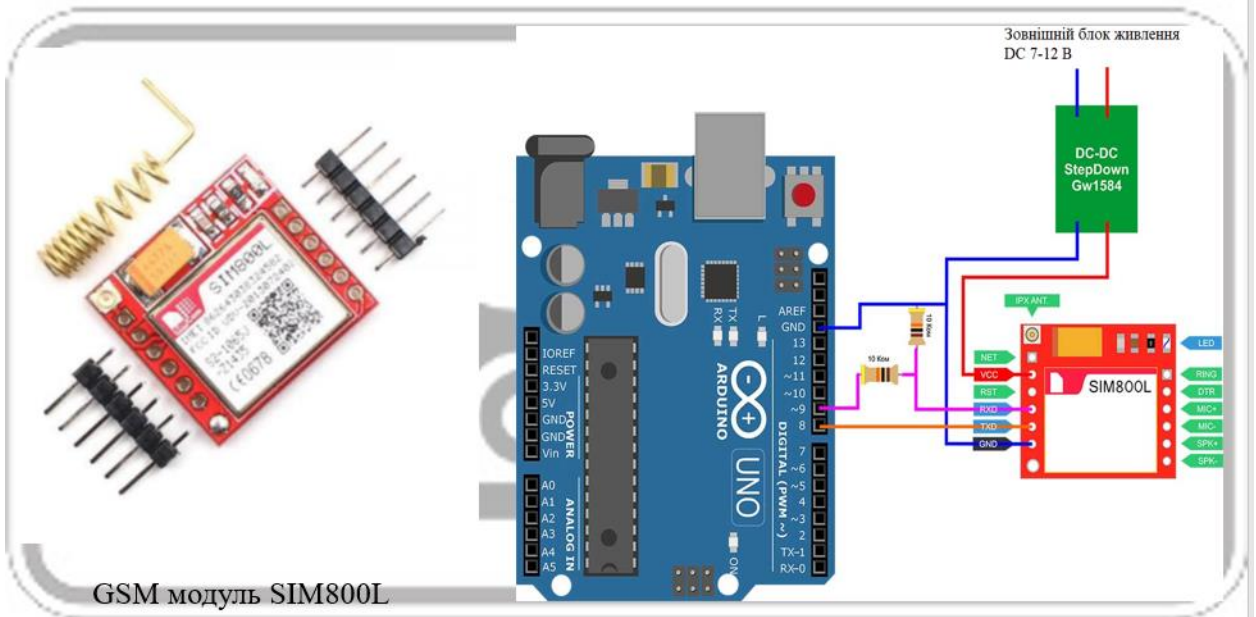
## Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах

Вартість - 399 гривень

Arduino Uno

6

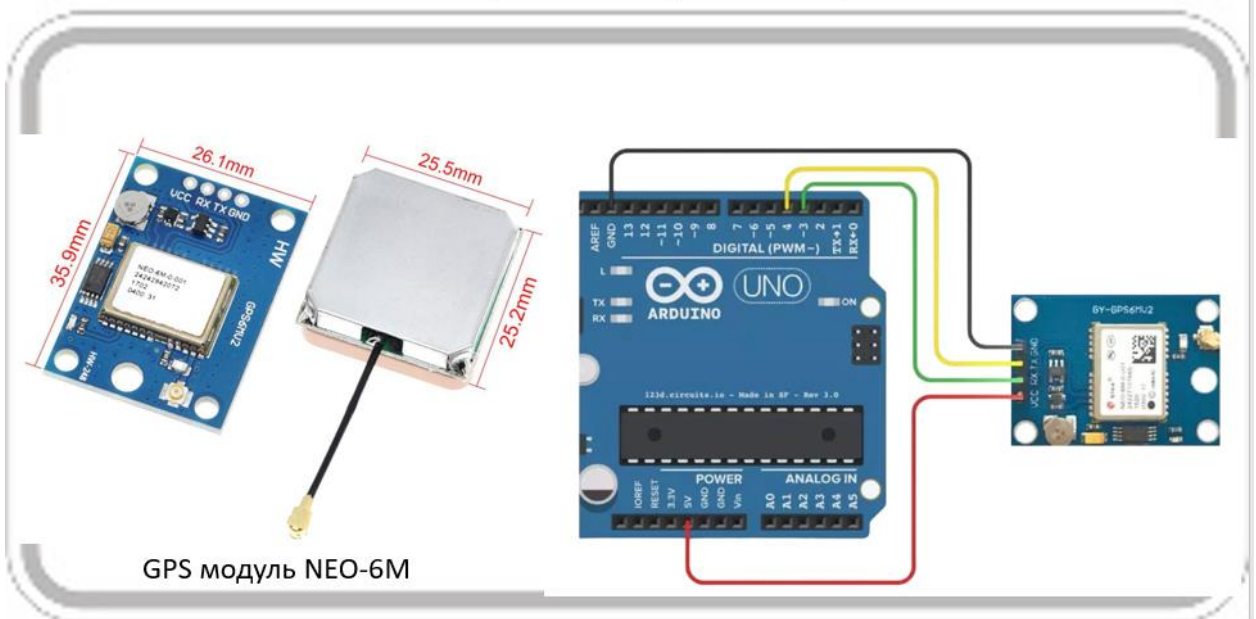
## Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



Вартість - 140 гривень

7

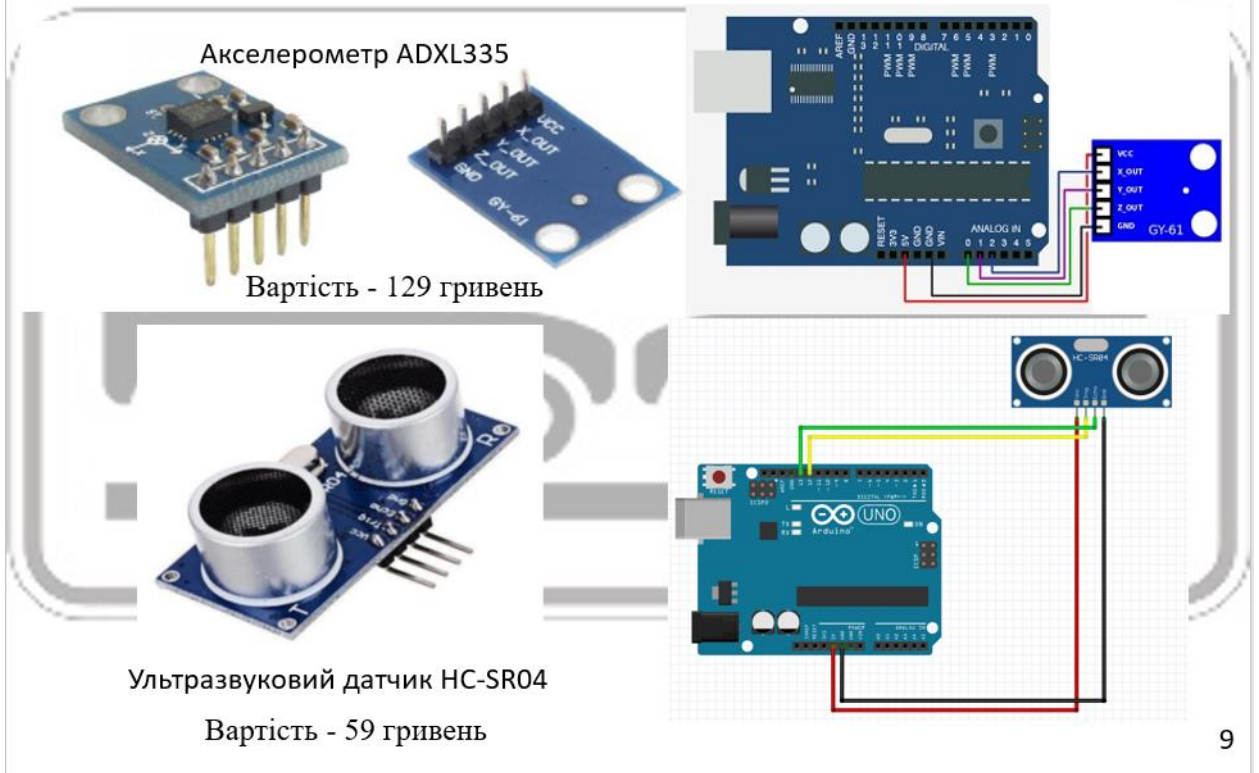
## Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



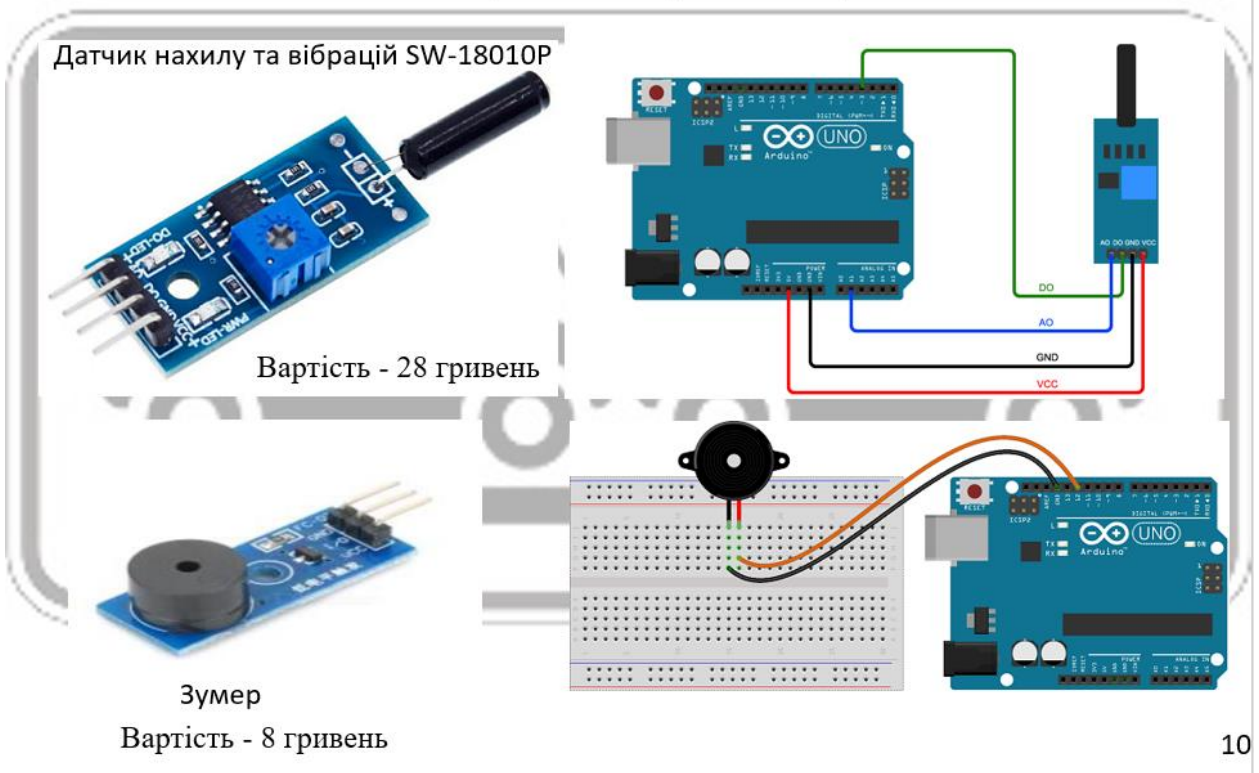
Вартість - 217 гривень

8

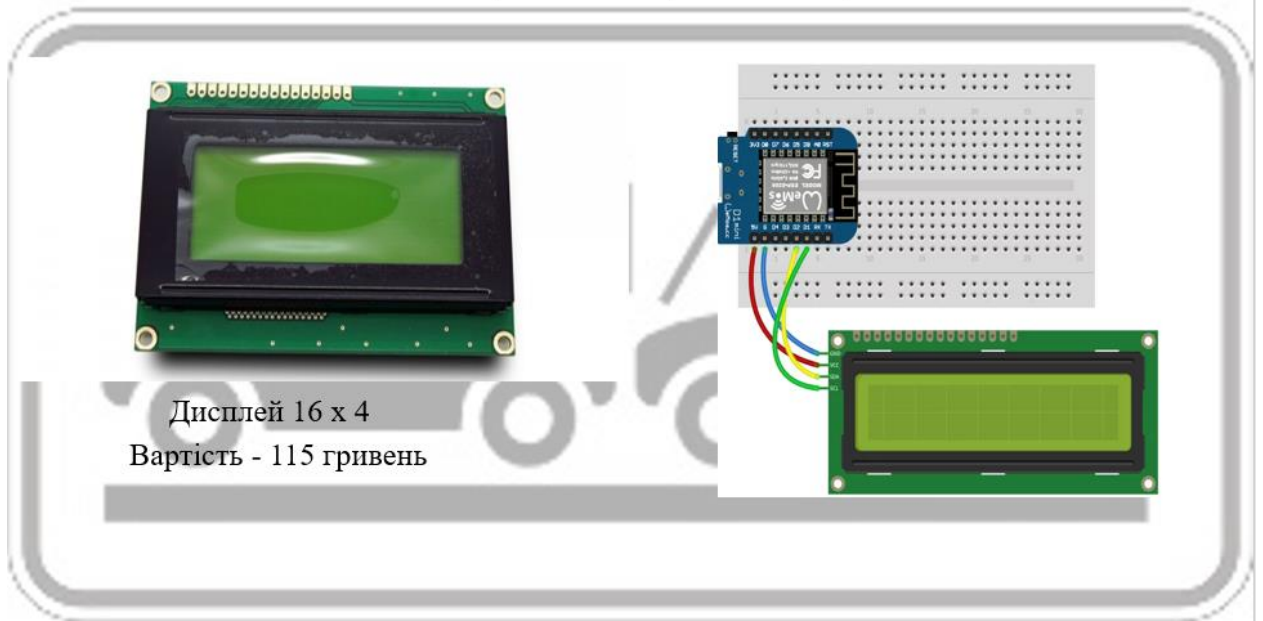
## Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



## Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



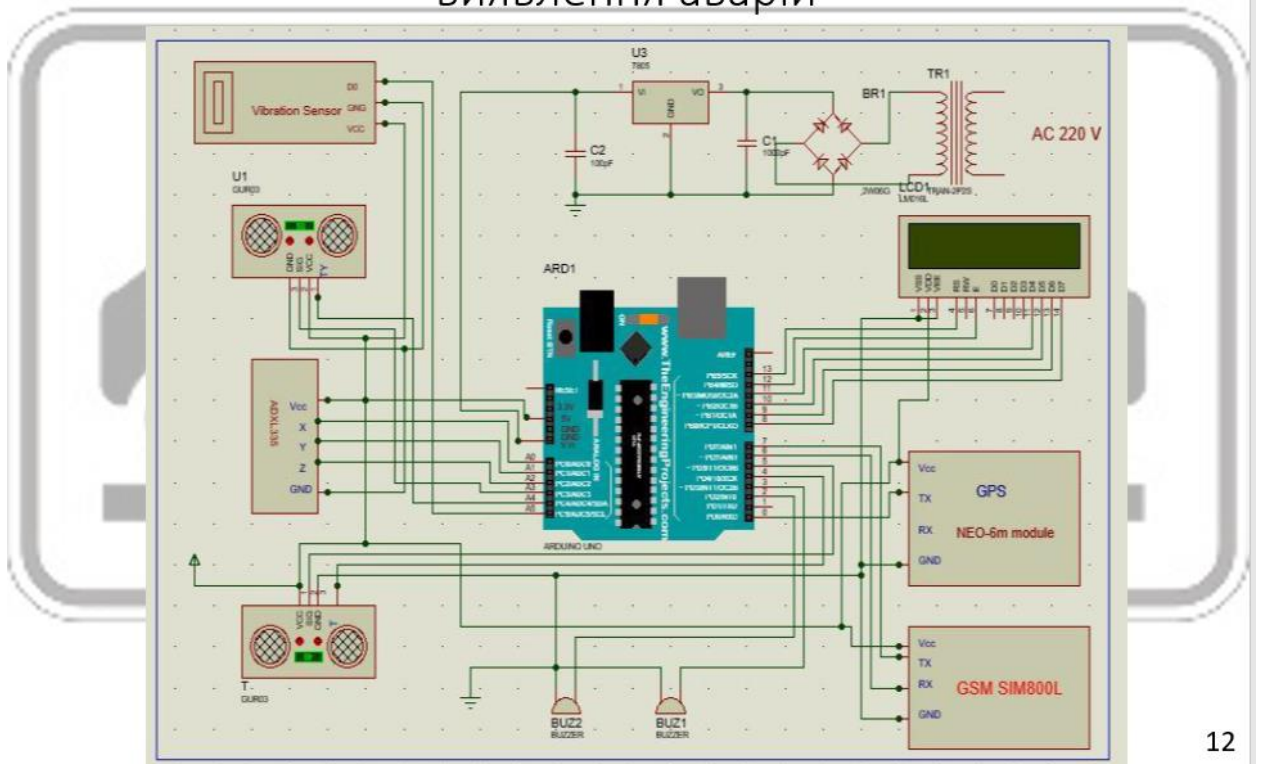
## Підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



$$M = 399 + 140 + 217 + 129 + 59 \cdot 2 + 10 + 8 + 28 + 198 + 45 + 115 = 1407 \text{ грн.}$$

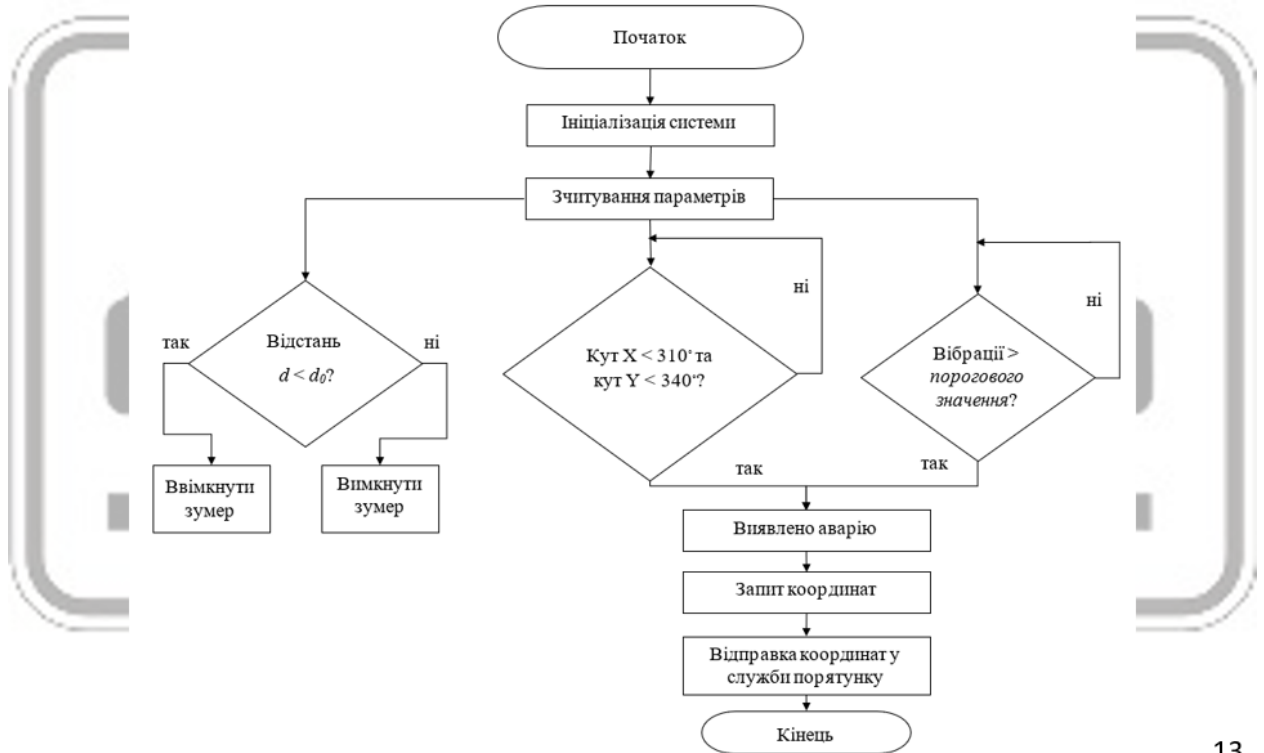
11

## Принципова схема підключення обладнання до мікроконтролера в автоматизованій системі виявлення аварій



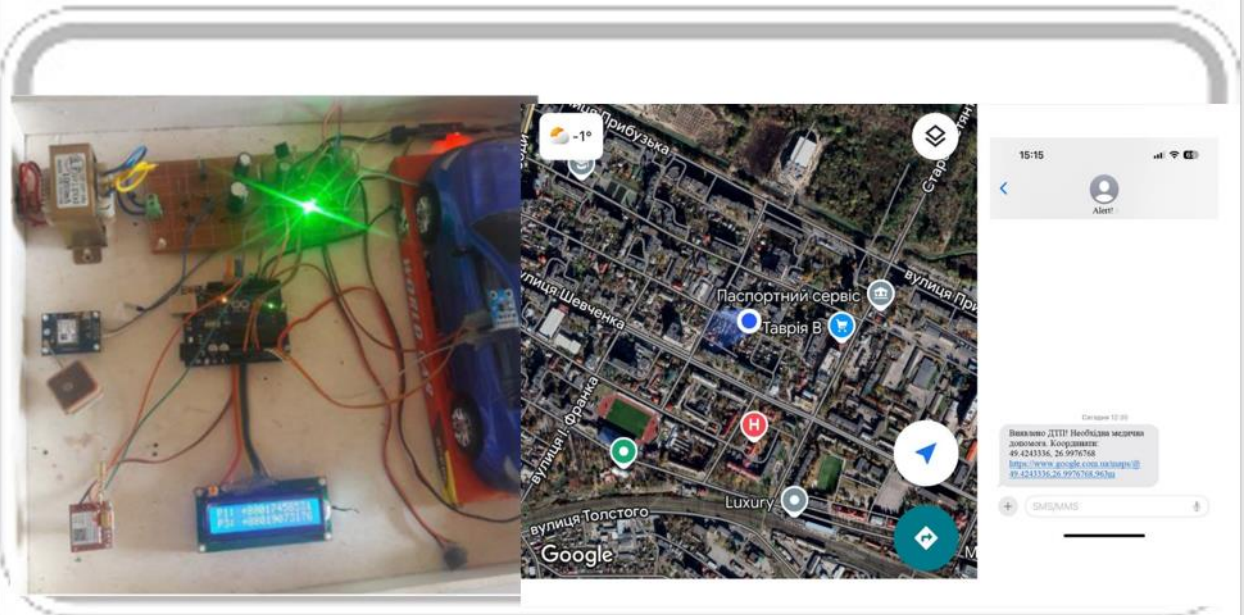
12

## Блок-схема функціонування АСВА



13

## Прототип автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах



14

## Висновки

В роботі було розроблено автоматизовану систему виявлення аварій на транспортних засобах. Було проведено підбір обладнання, вартість якого становить 1407 гривень.

Це обладнання включає в себе:

мікроконтролер Arduino Uno, GSM модуль SIM800L, GPS модуль NEO-6M, датчик прискорень ADXL335, ультразвуковий датчик HC-SR04, стабілізатор напруги LM7805, зумер, датчик вібрацій SW-18010P, набір резисторів, світлодіод, дисплей 16 x 4.

Перевагами використання АСВА є те, що повідомлення про аварію буде відправлятися автоматично без участі водія транспортного засобу. Тобто, у випадку, якщо всі учасники аварії знаходяться у непритомному або дуже важкому стані, їм не треба буде чекати, поки сторонні свідки аварії зможуть викликати поліцію та швидку медичну допомогу.

***Дякую за увагу!***

Додаток Б  
Код Arduino UNO

```

#include <TanyGPS,h>
#include <SoftwareSerial,h>
#include <LiquidCrystal,h>
// LCD module connections (RS, E, D4, D5, D6, D7)
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8)
SoftwareSerial Gsm(7, 6);
char phone_no[] = "+8801758513017"; //replace with phone no. to get sms
char phone_no2[] = "+8801758513017"; //replace with phone no. to get sms
char phone_no3[] = "+8801758513017"; //replace with phone no. to get sms
const int xpin = A0;
const int ypin = A1;
const int zpin = A2;
TinyGPS gps; //Creates a new instance of the TinyGPS object
int trigPin1=5
int echoPin1=4
int trigPin2=A3
int echoPin2=A4
int vibr = A5

int led1 =3
int led2 =2
float duration
float cm
void setup()
{
  Serial.begin(9600)
  Gsm.begin(9600)
  lcd.begin(16, 2)
  pinMode(trigPin1, OUTPUT)
  pinMode(echoPin1, INPUT)
  pinMode(trigPin2, OUTPUT)
  pinMode(echoPin2, INPUT)
  pinMode(led1,OUTPUT)
  pinMode(led2,OUTPUT)
}
void loop()
{
  int vibration=analogRead(vibr);
  int x = analogRead(xpin);
  delay(10);
  int y = analogRead(ypin);

```

```

delay(10);
int z = analogRead(zpin);
//delay(10);

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("P1: ");
lcd.print(phone_no);
lcd.setCursor(0, 4);
lcd.print("P2: ");
lcd.print(phone_no2);
//delay(5000);

lcd.setCursor(0, 4);
lcd.print("P3: ");
lcd.print(phone_no3);
bool newData = false;
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed;

// For one second we parse GPS data and report some key values
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 100;)
Serial.println(x);
Serial.print("\t");
//delay(400);
Serial.println(y);
Serial.print("\t");
Serial.println(z);
Serial.print("\n");
Serial.print("Vibration: ");
Serial.print(vibration);
Serial.print("\n");

{
while (Serial.available())
{
char c = Serial.read();
Serial.print(c);
if (gps.encode(c))
newData = true;
}
}

if (vibration>500)

```

```
{Serial.println ("Aler");
smsvibe();
delay(3000);
smsvibe1();
delay(3000);
smsvibe2();}
{
float flat, flon;
unsigned long age;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Sending msg");
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
Gsm.print("AT+CMGF=1\r");
delay(40000);
```

Додаток В  
Код для відправки повідомлення

```
//Message p1
Gsm.print("AT+CMGS=\"");
Gsm.print(phone_no);
Gsm.println("\"");

delay(300);
Gsm.print("Accident occurred\nAlert Location P1:\n");
Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=");

// Gsm.print("Latitude = ");
Gsm.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Gsm.print(" Longitude = ");
Gsm.print(",");
Gsm.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
delay(200);
Gsm.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
Gsm.println();

delay(3000);
//Message p2
Gsm.print("ART+CMGF=1\r");
delay(4000);
Gsm.print("ART+CMGS=\"");
Gsm.print(phone_no2);
Gsm.println("\"");

delay(300);
Gsm.print("Accident occurred\nAlert Location P2:\n");
Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=");

// Gsm.print("Latitude = ");
Gsm.print(flat == TinyRGPS::GRPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Gsm.print(" Longitude = ");
Gsm.print(",");
Gsm.print(flon == TinyGPS::GPRS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
delay(200);
Gsm.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
Gsm.println();
delay(3000);
```

```

//Message p3
Gsm.print("ART+CMGF=1\r");
delay(400);
Gsm.print("ART+CMGS=\");
Gsm.print(phone_no3);
Gsm.println("\");

delay(300);
Gsm.print("Accident occurred\nAlert Location P3:\n");
Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=");

// Gsm.print("Latitude = ");
Gsm.print(flat == TinyGRPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Gsm.print(" Longitude = ");
Gsm.print(",");
Gsm.print(flon == TinyGPS::RGPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
delay(200);
Gsm.println((char)26); // End ART command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
Gsm.println();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("messege send");
Serial.println("messege send");
delay(10);
}
delay(10);
Serial.println(failed);
// if (chars == 0)
// Serial.println("* No characters received from GPS: check wiring *");
ulta ();
}

void ulta() {
long duration1, distance1;
digitalWrite(trigPin1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin1, LOW);
duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);
distance1 = (duration1/2) / 29.1;
}

```

```

if (distance1 >= 500){
Serial.println("Out of range");
}
else {
Serial.print ( "Sensor1 ");
Serial.print ( distance1);
Serial.println("cm");
delay(10);
if((distance1<=100))
{
digitalWrite(led1, HIGH);
}
else if(distance1>100)
{
digitalWrite(led1, LOW);
}
}
delay(10);
long duration2, distance2;
digitalWrite(trigPin2, LOW); // Added this line
delayMicroseconds(2); // Added this line
digitalWrite(trigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(10); // Added this line
digitalWrite(trigPin2, LOW);
duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);
distance2= (duration2/2) / 29.1;

if (distance2 >= 500){
Serial.println("Out of range");
}
else {
Serial.print("Sensor2 ");
Serial.print(distance2);
Serial.println("cm");

delay(10);

if((distance2<=100))
{
digitalWrite(led2, HIGH);
}
else if(distance2>100)
{
digitalWrite(led2, LOW);
}
}

```

```

}
}
//delay(1000);
}

void smsvibe()
{
float flat, flon;
unsigned long age;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Sending msg");
Serial.println("Sending msg");
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
Gsm.print("ART+CMGF=1\r");
delay(400);

//Message p1
Gsm.print("ART+CMGS=\");
Gsm.print(phone_no);
Gsm.println("\");

delay(300);
Gsm.print("Vehichle is in trouble \nAlert Location P1:\n");
Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=");

// Gsm.print("Latitude = ");
Gsm.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Gsm.print(" Longitude = ");
Gsm.print(",");
Gsm.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
delay(200);
Gsm.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
Gsm.println();
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("messege send");
Serial.println("messege send");
}
void smsvibe1()
{
float flat, flon;

```

```

unsigned long age;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Sending msg");
Serial.println("Sending msg");
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
Gsm.print("AT+CMGF=1\r");
delay(400);

//Message p1
Gsm.print("AT+CMGS=\"");
Gsm.print(phone_no2);
Gsm.println("\");

delay(300);
Gsm.print("Vehichle is in trouble \nAlert Location P2:\n");
Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=");

// Gsm.print("Latitude = ");
Gsm.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Gsm.print(" Longitude = ");
Gsm.print(",");
Gsm.print(flou == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
delay(200);
Gsm.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
Gsm.println();

delay(1000);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("messege send");
Serial.println("messege send");
}
void smsvibe2()
{
float flat, flon;
unsigned long age;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Sending msg");
Serial.println("Sending msg");
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);

```

```

Gsm.print("AT+CMGF=1\r");
delay(400);

//Message p1
Gsm.print("AT+CMGS=\"");
Gsm.print(phone_no3);
Gsm.println("\"");
delay(300);
Gsm.print("Vehichle is in trouble \nAlert Location P3:\n");
Gsm.print("http://maps.google.com/maps?q=");
// Gsm.print("Latitude = ");
Gsm.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Gsm.print(" Longitude = ");
Gsm.print(",");
Gsm.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
delay(200);
Gsm.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
Gsm.println();
delay(1000)
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("messege send");
Serial.println("messege send");
}

```

## Додаток Г

Стаття у II Міжнародній науковій конференції студентів і молодих вчених  
«Проблеми та інновації у розвитку інженерії, технологій та транспорту»**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕАГУВАННЯ НА ДТП ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ  
НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ**Бездітний І.<sup>1</sup>, Соколан Ю.<sup>1</sup>, Макаришкін Д.<sup>1</sup>, Майдан П.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Хмельницький національний університет, Україна**Анотація**

*В сучасному світі спостерігається тенденція до автоматизації не тільки технологічних процесів виготовлення матеріальної продукції, але й до автоматизації процесів, які знаходяться поза межами технологічного процесу. До такої автоматизації можна віднести створення автоматизованих систем керування та підвищення безпеки на транспортних засобах. Аналіз статистичних даних щодо рівня смертності в результаті дорожньо-транспортних пригод в Україні достатньо високий та відсутня тенденція до зниження як кількості ДТП, так і кількості постраждалих внаслідок ДТП. В роботі проведено аналіз існуючих систем підвищення безпеки на транспортних засобах, який показав, що в сучасних автомобілях відсутня система, яка б автоматично сповіщувала про виникнення дорожньо-транспортної пригоди відповідні служби. В роботі наведено опис спроектованої автоматизованої системи реагування на дорожньо-транспортні пригоди із функціоналом автоматичного сповіщення служб швидкої медичної допомоги та поліції. Вартість розробленої системи низька, тому її можна впровадити на будь-який автомобіль. Система складається із мікроконтролера, акселерометра, датчика вібрацій, ультразвукового датчика, зумера, дисплея, GPS модуля, GSM модуля. Ця система реєструє виникнення аварії через зчитування сигналів з датчику вібрацій, з ультразвукового датчику та акселерометра, а також відправляє повідомлення про аварію із координатами розташування транспортного засобу. Запровадження системи в конструкцію автомобіля може сприяти зменшенню рівня смертності в результаті дорожньо-транспортних пригод, оскільки виклик служби невідкладної медичної допомоги відбувається автоматично без втручання водія і ці служби будуть викликані навіть у випадку, якщо водій знаходиться в непритомному стані.*

**Ключові слова**

*Дорожньо-транспортні пригоди, безпека руху, ризик, аварія, автоматизована система, мікроконтролер, датчики, транспортні засоби.*

**AUTOMATED ACCIDENT RESPONSE SYSTEM TO IMPROVE VEHICLE SAFETY**Bezditnyi I.<sup>1</sup>, Sokolan Yu.<sup>1</sup>, Makaryshkin D.<sup>1</sup>, Maidan P.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Khmelnytskyi National University, Ukraine**Abstract**

*In today's world, there is a trend towards automation not only of manufacturing processes for tangible products, but also of processes outside the manufacturing process. Such automation includes the creation of automated control systems and increased safety in vehicles. The analysis of statistical data on the level of mortality as a result of road accidents in Ukraine is quite high and there is no tendency to reduce both the number of road accidents and the number of victims of road accidents. The paper analyzes the existing systems for improving vehicle safety, which showed that modern cars do not have a system that would automatically notify the relevant services of a traffic accident. The paper describes the designed automated system for responding to road accidents with the functionality of automatic notification of ambulance and police services. The cost of the developed system is low, so it can be implemented on any car. The system consists of a microcontroller, accelerometer, vibration sensor, ultrasonic sensor, buzzer, display, GPS module, and GSM module. This system registers the occurrence of an accident by reading signals from a vibration sensor, an ultrasonic sensor, and an accelerometer, and sends an accident notification with the vehicle's location. The introduction of the system into the design of the car can help reduce the number of deaths as a result of road accidents, as the emergency medical services are called automatically without the driver's intervention and these services will be called even if the driver is unconscious.*

**Keywords**

*Road accidents, traffic safety, risk, accident, automated system, microcontroller, sensors, vehicles.*

**Вступ**

Щорічно дорожньо-транспортних пригоди (ДТП) за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) призводять до загибелі близько 1,2 млн. осіб, а кількість травмованих варіюється від 20 до 50 млн. [1]. При цьому спостерігається відсутність зв'язку між рівнем смертності на дорогах та кількістю наявних в країні транспортних засобів (ТЗ) (рис. 1). [2]

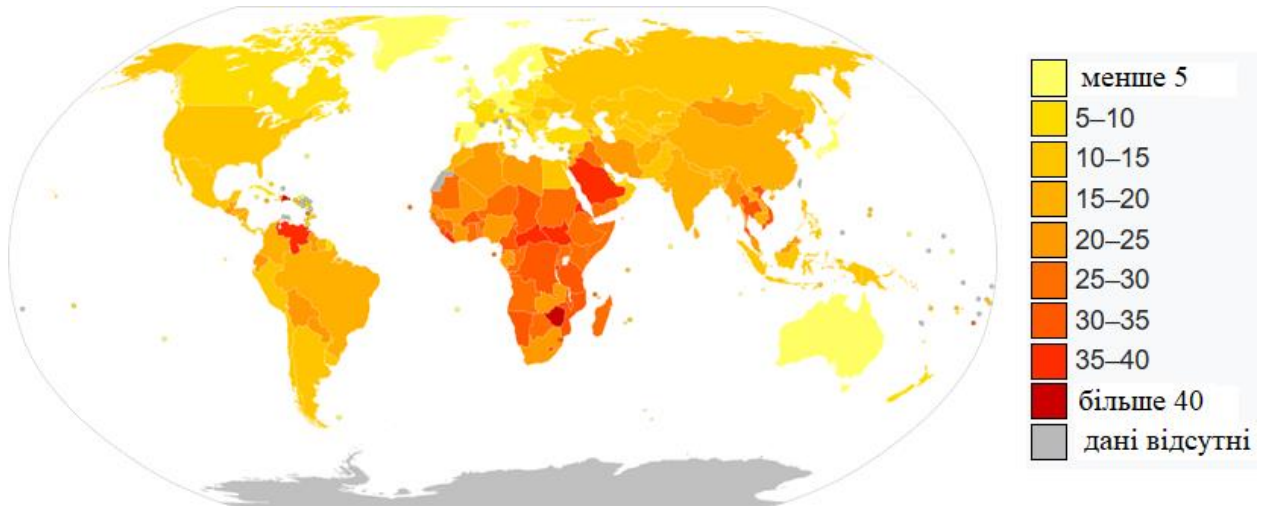


Рис.1. Розподіл смертності в результаті ДТП по країнам за 2019 рік на 100 тис. осіб

В той же час в Україні за ведення статистичних даних щодо ДТП відповідає Національна поліція України, яка щорічно публікує відповідні дані. Статистика ведеться за рядом показників, до яких відносяться:

- ДТП, скоєні за вини водіїв;
- ДТП з тяжкими наслідками;
- ДТП, скоєні по причині незадовільного стану доріг;
- ДТП, скоєні за вини власників вулично-шляхової мережі;
- статистичні дані по ДТП за видами;
- ДТП, скоєні з вини пішоходів;
- загальна кількість ДТП.

Так, у табл. 1 наведено загальну кількість ДТП, які сталися в Україні в період з 2011 по 2024 рік, а у табл. 2 наведено загальну кількість осіб, які загинули в результаті ДТП за той же період часу [3]. Наведені статистичні дані підтверджуються статистичними даними по Україні, які були зібрані Організацією Об'єднаних Націй (ООН) [4].

Таблиця 1. Кількість ДТП в Україні за даними Національної поліції та ООН у 2011-2024 рр [3,4]

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кількість ДТП	31281	30699	30681	25854	25493	26782	27220
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Кількість ДТП	24294	26052	26140	24521	18628	23642	24852

При аналізі статистичних даних по видам ТЗ, які були учасниками ДТП, було встановлено, що перше місце займають особисті легкові автомобілі. Наприклад, з 2011 по 2021 рік розподіл ДТП по видам ТЗ був наступний:

1. Автомобілі – 6,9 млн.;
2. Мотоцикли – 1 млн;
3. Автобуси – 253 тис.;
4. Мопеди – 182 тис.;

## 5. Трактори – 119 тис.

Таблиця 2. Кількість загиблих в результаті ДТП в Україні за даними Національної поліції та ООН у 2011-2024 рр [3,4]

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Загиблих	4908	5131	4833	4439	4003	3410	3432
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Загиблих	3350	3454	3541	3238	2791	3053	3111

Враховуючи наведені статистичні дані актуальності набуває питання створення автоматизованої системи, яка б сприяла зменшенню як кількості ДТП на дорогах, так і загального показника смертності в результаті ДТП в Україні. Першочергово система призначена для використання на особистому ТЗ, тобто на легкових автомобілях, але її також можна використовувати і на автобусах.

### Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом дослідження є автоматизована система виявлення ДТП та реагування на них. Запровадження цієї системи у конструкцію ТЗ повинно сприяти підвищенню безпеки на ТЗ, а також підвищенню швидкості реагування відповідних служб на ДТП, яке сталося. До цих служб відносяться, в першу чергу, швидка медична допомога, а також ДСНС та поліція.

Дослідження проводились за методологією каскаду, яка на території англійських країн носить назву Waterfall (водоспад) [5]. За класичним підходом при використанні цього методу дослідження проводиться у наступні етапи: аналіз вимог, проектування системи, реалізація проєкту, тестування, розгортання проєкту та його подальше обслуговування. В рамках поставлених задач етапи створення автоматизованої системи реагування на ДТП наведені на рис. 2.

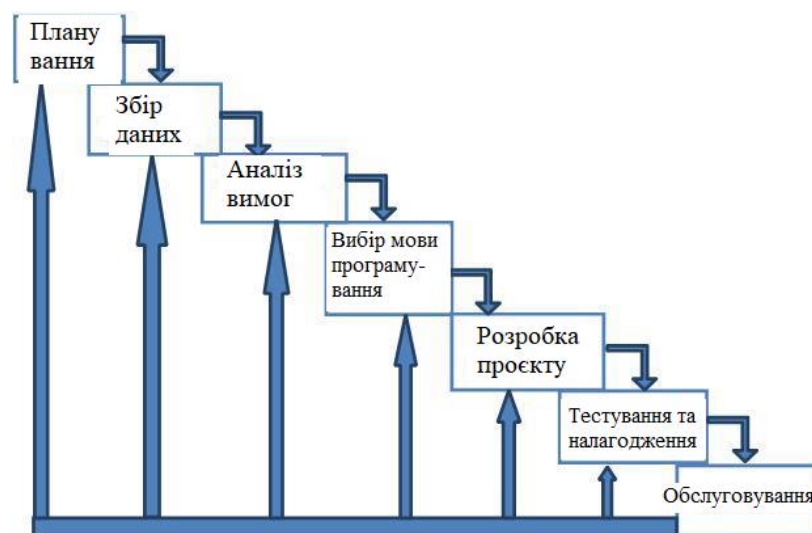


Рис.2. Етапи проведення дослідження

### Постановка завдання

До технічних рішень, які направлені на підвищення рівня безпеки ТЗ, відносяться:

- система технічного зору;
- система автоматичного ввімкнення фар;
- адаптивний круїз-контроль;
- автоматизована система паркування із застосуванням машинного зору;
- система EBD, призначена для розподілу гальмівних зусиль;

- система автономного екстреного гальма;
- електронна стабілізаційна програма;
- АБС, або антиблокувальна система гальм [6].

Серед перерахованих систем підвищення безпеки при керуванні автомобілем лише ряд систем має функціонал виявлення перешкод та потенційних небезпек, в результаті зіткнення із якими може статися ДТП.

Наприклад, у системі адаптивного круїз-контролю передбачено автоматична підтримка та контроль швидкості руху ТЗ. Безперервне відстеження інших об'єктів на дорогах відбувається за допомогою лазерного датчику. Водій може налаштувати дистанцію до сусіднього ТЗ, а також відкоригувати швидкість за бажанням.

Адаптивний круїз-контроль сприяє зменшенню рівня втоми водія при подоланні великих дистанцій, а також зменшення рівня стресу в процесі кермування автомобілем. Водію немає необхідності самостійно контролювати відстань до сусіднього ТЗ, а швидкість підтримується автоматично.

Знаменитою стала система автоматичного кермування Tesla Vision [7]. Ця система використовує машинний зір (рис. 3) та спеціально розроблену нейромережу, яка продовжує самостійне навчання в процесі використання автомобілів марки Tesla. Зчитування об'єктів відбувається через камери, при цьому нейромережа виконує розпізнавання об'єктів, таких як інші ТЗ, дорожня розмітка, пішоходи, тощо. Дані про об'єкти виводяться на екран в автомобілі. Зображення з камер передаються водієві на екран в режимі реального часу. Система має також в своєму функціоналі всі функції, які наявні в системі адаптивного круїз-контролю.

Нейромережа безперервно аналізує дані, отримані з камер. Вона була розроблена таким чином, щоб імітувати процес мислення водія при керуванні автомобілем. Оброблена нейромережею інформація, отримана із камер, використовується для подальшого прийняття рішень системою Tesla Vision стосовно зменшення або збільшення швидкості, керування автомобілем, зміни смуги руху, прискорення, гальмування, тощо.



Рис.3. Система Tesla Vision

Серед недоліків зазначеної системи основним недоліком є те, що вона передбачена лише на автомобілях марки Tesla та її неможливо запровадити у використання на інших автомобілях. Крім того, недоліком є повна залежність від ефективності роботи

нейромережі, яка до сих може робити помилки, хоча й нейромережа постійно навчається. До недоліків також слід віднести неможливість безпомилкової роботи камер у випадку погіршення погодних умов, наприклад, при сильних зливах або снігопадах.

Тобто, на даний момент відсутня система, яка б мала в своєму функціоналі наступні властивості:

- розпізнавання перешкод в процесі руху ТЗ;
- сповіщення водія про наявні перешкоди;
- реєстрація потенційного зіткнення із перешкодою або іншим ТЗ;
- автоматична відправка повідомлень про ДТП у служби порятунку (ДСНС, швидка медична допомога, поліція).

### Результати та їх обговорення

Автоматизована система реагування на ДТП (АСР ДТП) базується на використанні ряду пристроїв, які наведені на рис. 4. Arduino Uno (рис. 5, а) було обрано в якості мікроконтролера. Оскільки цей мікроконтролер живиться від 6 до 20 В, а живлення від акумулятора в автомобілі виконується на рівні 12 В, то у випадку використання системи в ТЗ власне акумулятор автомобіля буде виступати джерелом живлення мікроконтролера.

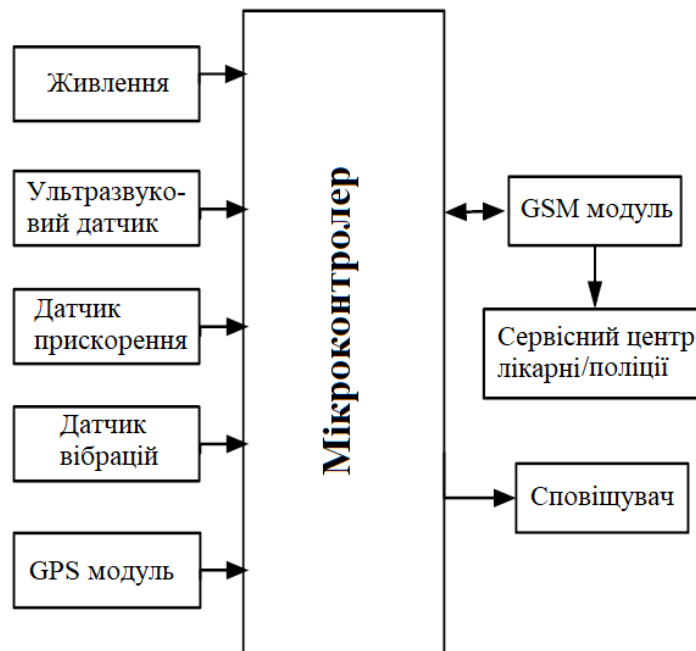


Рис.4. Структурна схема автоматизованої системи реагування на ДТП

Оскільки АСР ДТП передбачає відправку повідомлень, то в ній повинен бути GSM модуль. Для АСР ДТП було обрано GSM модуль SIM800L (рис. 5, б). Керування цим модулем передбачено через інтерфейс стандартного типу, за допомогою якого у користувача є доступ до мережі для відправки SMS-повідомлень.

Відправка повідомлень за замовченням в АСР ДТП передбачена у швидку медичну допомогу та службу поліції. За необхідністю можна додати інші номери телефону, а також ДСНС.

В АСР ДТП передбачається відправка не тільки повідомлення, про виникнення аварії, але й розташування автомобіля, який потрапив у ДТП. Тому в системі передбачено використання GPS модулю, а саме NEO-6M (рис. 5, в).



а)



б)



в)



г)



д)



е)



є)



ж)

Рис. 5. Обладнання автоматизованої системи реагування на ДТП:  
 а – мікроконтролер Arduino Uno; б - GSM модуль SIM800L; в - GPS модуль NEO-6M;  
 г - акселерометр ADXL335; д – ультразвуковий датчик HC-SR04; е – датчик вібрації та нахилу  
 SW-1801P; є – зумер; ж – дисплей 16 x 4

Розпізнавання об'єктів, які представляють собою потенційну загрозу на дорозі, а також реєстрація можливого зіткнення із перешкодами або іншими ТЗ реалізується за допомогою датчиків. В першу чергу, в АСР ДТП використовується акселерометр ADXL335 (рис. 5, г). Робота датчика в системі передбачена у вигляді постійного зчитування інформації про швидкість руху ТЗ. Спрацювання датчика за замовченням передбачено у випадку стрімкого зменшення швидкості ТЗ.

Для зчитування інформації про відстань до потенційно небезпечного об'єкта (перешкоди, пішохода або іншого ТЗ на дорозі), в АСР ДТП передбачено використання двох ультразвукових датчиків HC-SR04 (рис. 5, д), по одному в передньому та задньому бамперах автомобіля.

Робота датчика полягає у відправці сигналу в заданому напрямку. У випадку, якщо на дорозі наявна перешкода, датчик отримує сигнал назад. Відстань до об'єкта в такому випадку розраховується за формулою:

$$D = \frac{sv \cdot t}{2}, \quad (1)$$

де  $sv$  – швидкість звуку в умовах нормального середовища (340 м/с);

$D$  – відстань до об'єкта, мм;

$t$  – вимірний час імпульсу, мкс.

Для реєстрації можливого перекидання автомобіля шляхом вимірювання кута розташування ТЗ, а також для реєстрації зіткнення в АСР ДТП використовується датчик вібрацій та нахилу SW-18010P (рис. 5, е).

Для сповіщення про спрацювання певного датчика у системі передбачений зумер (рис. 5, є), а для виводу інформації про роботу АСР ДТП на екран необхідно передбачити дисплей (рис. 5, ж).

На рис. 6 наведено блок-схему функціонування АСР ДТП. Принцип роботи достатньо простий. На початку відбувається зчитування даних із датчиків. Оскільки мінімальна відстань, на якій може спрацювати ультразвуковий датчик становить 5 см, то в системі можливі хибні спрацювання у тому випадку, коли ТЗ наблизився настільки близько до об'єкта, але фактичного зіткнення не відбулося.

Схема підключення всіх складових АСР ДТП наведена на рис. 7.

Тому перевірка значень з ультразвукового датчика є першим етапом роботи АСР ДТП. Якщо мікроконтролер отримує перетин порогового значення у 5 см, то він автоматично переходить до зчитування даних з датчика швидкості та датчика нахилу та вібрацій. Якщо на цих датчиках фіксується різке падіння швидкості та наявність вібрацій або різка зміна куту нахилу ТЗ відповідно, то мікроконтролер зчитує таку інформацію як виникнення ДТП.

Після реєстрації мікроконтролером ДТП він відправляє сигнал про отримання місцезнаходження ТЗ з GPS модулю, який відправляє на мікроконтролер інформацію із координатами ТЗ. На наступному етапі мікроконтролер виконує відправку повідомлення про ДТП за допомогою передбаченого в АСР ДТП GSM модулю.

За замовченням повідомлення відправляється у швидку медичну допомогу та у службу поліції. Відповідні служби отримують повідомлення у двох виглядах – числові значення координат та посилання на Google Maps із зазначенням на картах локації, де сталася ДТП (рис. 8).

Запропонована автоматизована система реагування на ДТП для підвищення безпеки на ТЗ була зібрана у вигляді прототипу (рис. 9), а також перевірена, в результаті чого було отримано повідомлення у вигляді, який показаний на рис. 8.

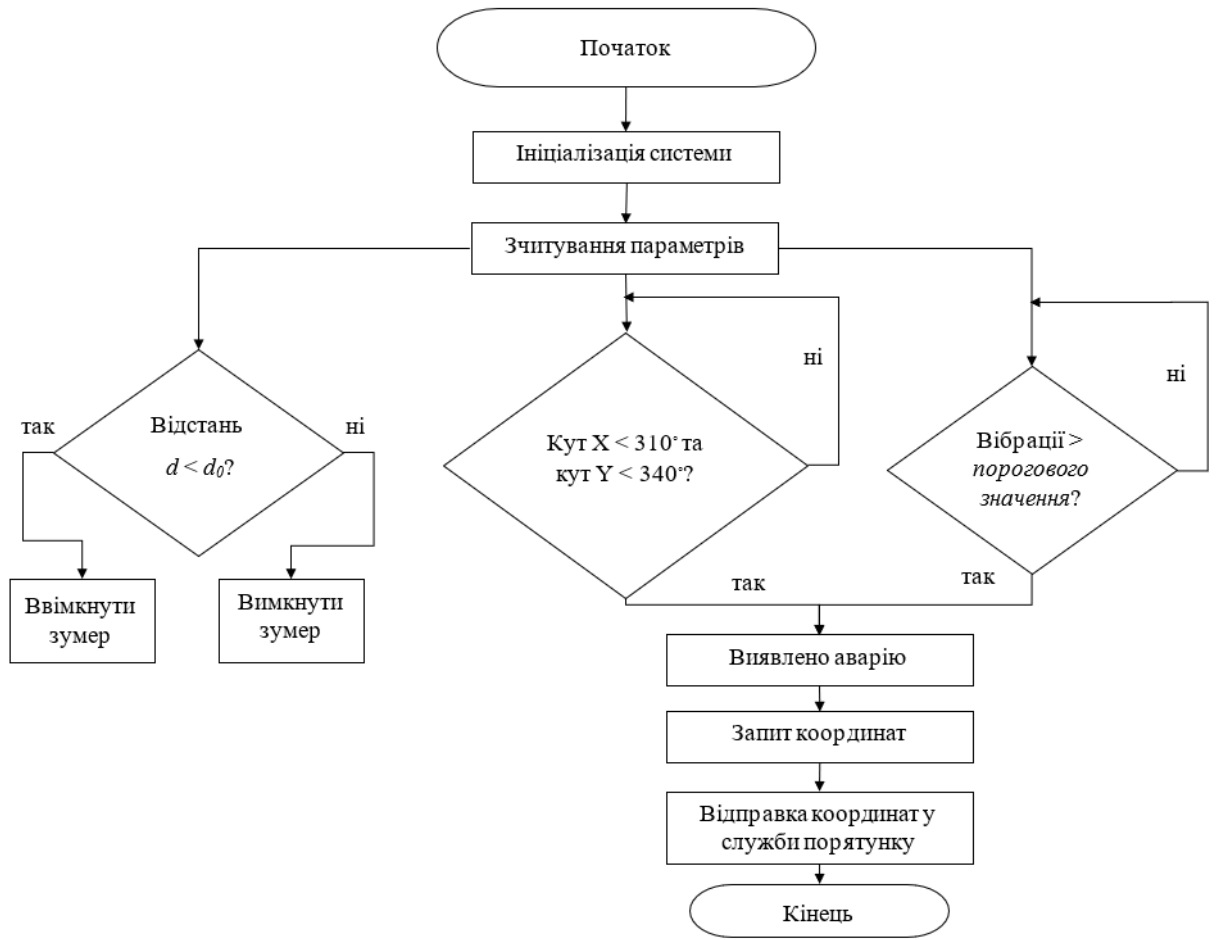


Рис. 6. Блок-схема функціонування АСП ДТП

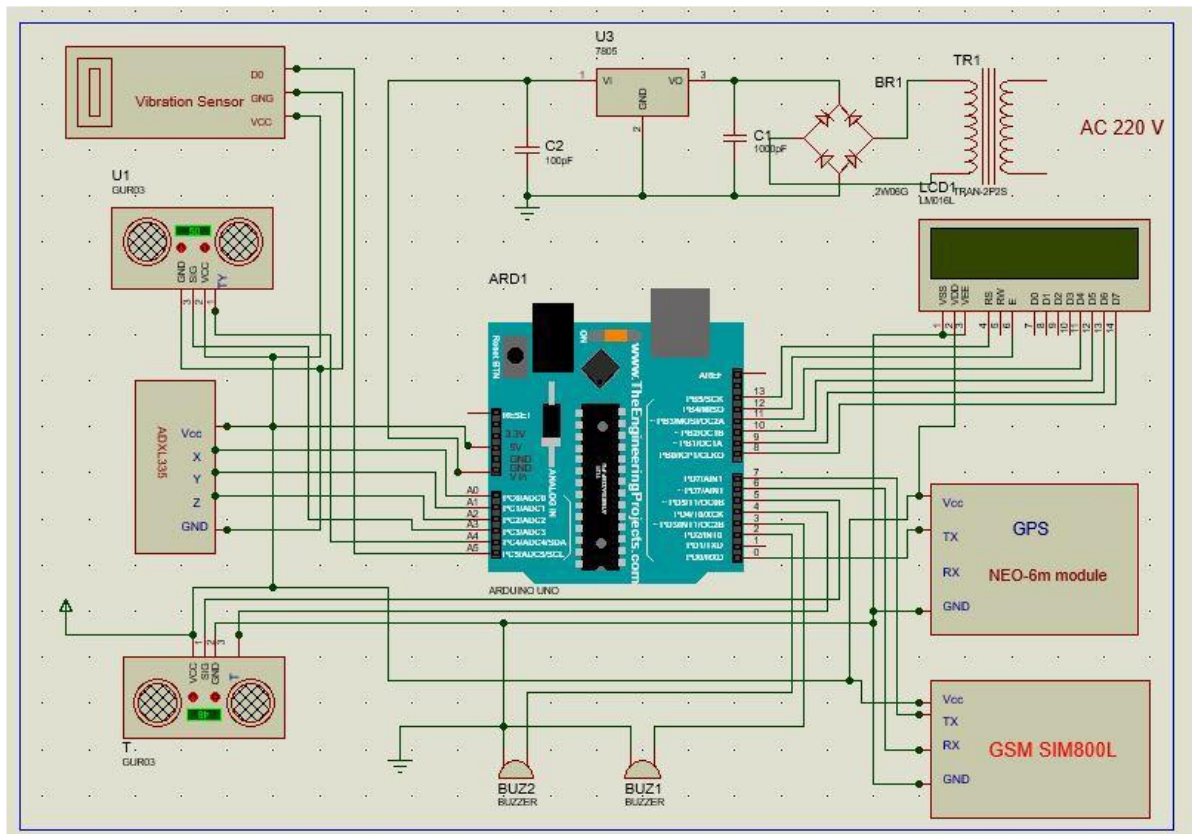


Рис. 7. Схема підключення обладнання в АСП ДТП

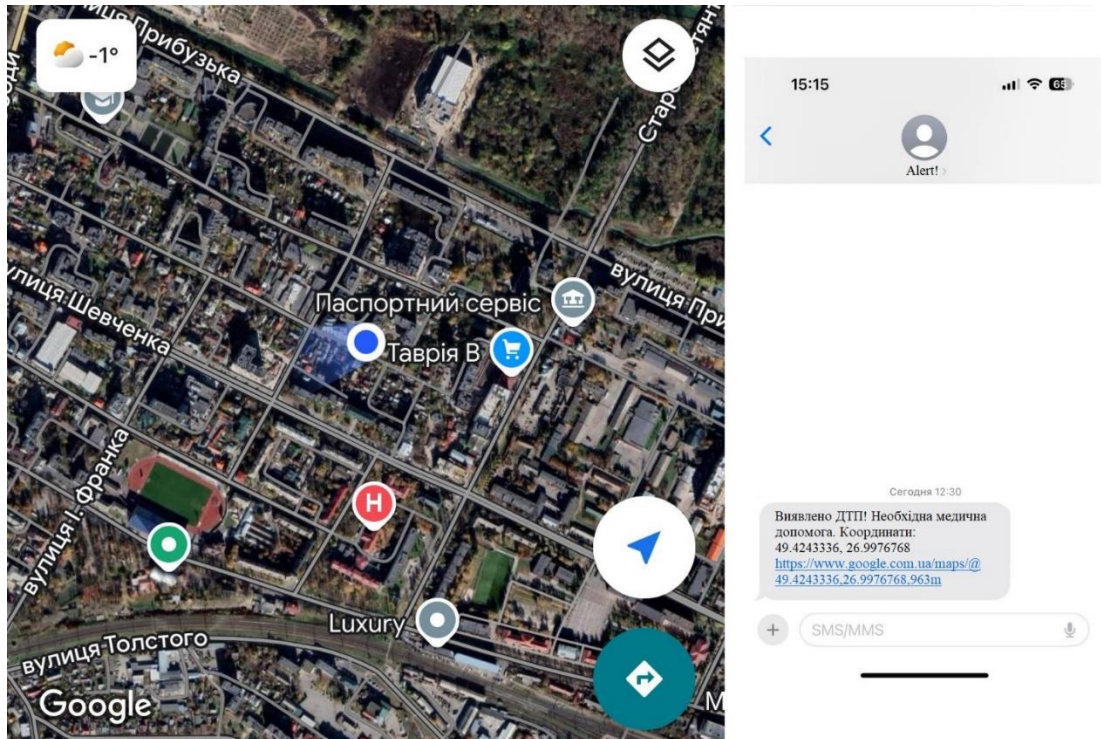


Рис. 8. Повідомлення про ДТП

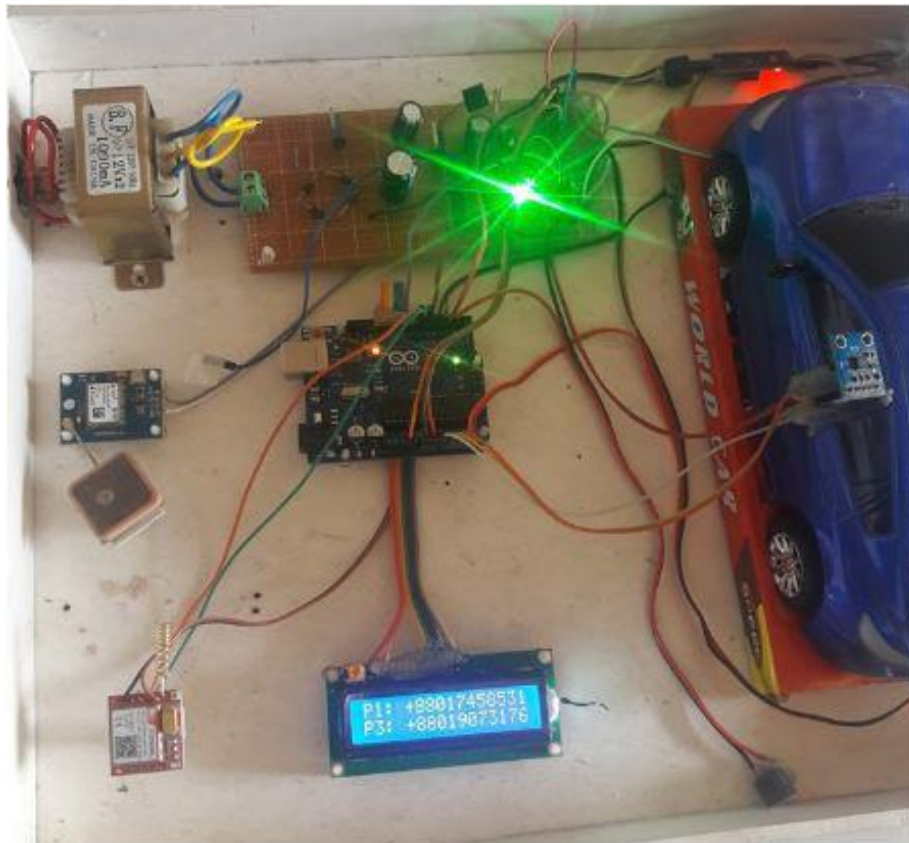


Рис. 9. Прототип автоматизованої системи реагування на ДТП

Вартість автоматизованої системи реагування на ДТП та її окремих компонентів становить:

- мікроконтролер Arduino Uno – 399 грн. [8];
- датчик прискорень ADXL335 – 129 грн. [9];

- GPS модуль NEO-6M – 217 грн. [10];
- GSM модуль SIM800L – 140 грн. [11];
- набір резисторів – 198 грн. [12];
- ультразвуковий датчик HC-SR04 – 59 грн. [13];
- зумер – 8 грн. [14];
- світлодіод – 45 грн. [15];
- стабілізатор напруги LM7805 – 10 грн. [16];
- дисплей 16 x 4 – 115 грн. [17];
- датчик вібрацій SW-18010P – 28 грн. [18].

Загальна вартість обладнання для автоматизованої системи реагування на ДТП становить 1407 гривень.

## Висновки

Запровадження такої системи у конструкцію ТЗ має ряд переваг. Основною перевагою є те, що відправка повідомлення про ДТП відбувається без втручання водія, тобто відповідні служби будуть сповіщені навіть у тому випадку, якщо водій втратив свідомість в результаті отриманих травм. Також це є великою перевагою, оскільки у випадку деяких ДТП водій, хоча і знаходиться у свідомому стані, але може бути заблокований в автомобілі і може бути не здатним викликати швидку.

Відсутність затримки у відправці повідомлень теж є великою перевагою, оскільки пришвидшує спрацювання відповідних служб, тобто збільшує шанси водія та пасажирів ТЗ отримати невідкладну медичну допомогу вчасно, без очікування виклику допомоги свідками аварії.

## Література

1. *Road traffic injuries*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
2. *List of countries by traffic-related death rate*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_traffic-related\\_death\\_rate](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_traffic-related_death_rate)
3. *Статистика ДТП в Україні*. Патрульна поліція. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>
4. *Statistic of road traffic accidents in Europe and North America*. United Nations Publications, Geneva, 2023, Volume LVII, 205 p.
5. *Waterfall - Методологія Каскад у розробці*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://skalar.ua/ua/methodology/waterfall>
6. *Огляд нових технологій та систем безпеки, які допоможуть водіям на дорозі*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://avtoshkola.dp.ua/uk/suchasni-systemy-bezpeky-avtomobilia/>
7. *Tesla Vision: Tesla Self-Driving ADAS Features*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://caradas.com/tesla-vision-adas-features/>
8. *Arduino Uno R3 з кабелем USB*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uamper.com/Arduino-Uno>
9. *Акселерометр 3-х осей ADXL335 модуль Arduino GY-61*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ardi.in.ua/ua/p443218849-akselerometr-osevoj-adx1335.html>
10. *NEO-6M GPS-модуль GY-NEO6MV2*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://arduino.ua/ru/prod5017-neo-6m-gps-modyl-gy-gps-6mv2-neo6mv2?srsId=AfmBOop6rjUA44WH2bFxdhft4WWKXL00GreRSP9G5TOplqJlj6Tv\\_7ed](https://arduino.ua/ru/prod5017-neo-6m-gps-modyl-gy-gps-6mv2-neo6mv2?srsId=AfmBOop6rjUA44WH2bFxdhft4WWKXL00GreRSP9G5TOplqJlj6Tv_7ed)
11. *GSM модуль на SIM800L*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://arduino.ua/ru/prod1665-gsm-modyl-na-sim800l?srsId=AfmBOopfaxYx0mmYjQZsebCZ\\_MDICf\\_1J9Gj1Fj2cgE8nsaWOkZLNhMm](https://arduino.ua/ru/prod1665-gsm-modyl-na-sim800l?srsId=AfmBOopfaxYx0mmYjQZsebCZ_MDICf_1J9Gj1Fj2cgE8nsaWOkZLNhMm)
12. *Резистор 220 Ом*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod886-rezistor-220-om>

13. *Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://arduino.ua/ru/prod182-yltrazvykovo-i-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04?srsltid=AfmBOoqVizIiPvoDfjXeIKAfJsxYLUr5WwIDhDk9drYWr9GtWUpKNG\\_R](https://arduino.ua/ru/prod182-yltrazvykovo-i-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04?srsltid=AfmBOoqVizIiPvoDfjXeIKAfJsxYLUr5WwIDhDk9drYWr9GtWUpKNG_R)
14. *Зумер активний для Arduino з підключенням до макетної плати*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.com.ua/ua/p1592113071-zummer-aktivnyj-dlya.html?srsltid=AfmBOoq2Ru-9LRNfr5bxUe6pNQp98RqIoXo3A49Xmt8hLxxLhU0QIHV9>
15. *Світлодіодний модуль світлофор для Ардуіно*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://bt.rozetka.com.ua/275364608/p275364608/>
16. *Стабілізатор напруги LM7805 TO-220*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://arduino.ua/prod1844-stabilizator-napryajeniya-lm7805-to-220?srsltid=AfmBOop3a6DNNOTNG-crAwwS2Bx\\_OeDb9xSBj9Pf5Ro\\_p1KzAaFA5UvL](https://arduino.ua/prod1844-stabilizator-napryajeniya-lm7805-to-220?srsltid=AfmBOop3a6DNNOTNG-crAwwS2Bx_OeDb9xSBj9Pf5Ro_p1KzAaFA5UvL)
17. *LCD-матриця символна EONE High 16x4*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino-kit.com.ua/lcd-matrica-simvolnaya-eone-high-16x4-1604.html>
18. *Датчик нахилу та вібрацій SW-18010P*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.k206.net/ua/catalog/1173/22873/>

## РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Бездітний Ілля Олександрович

Тема: Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 15 Кількість сторінок записки 75

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: створено автоматизовано систему виявлення аварій на транспортних засобах
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі проведено огляд та аналіз підходів до виявлення аварій на транспортних засобах. У другому розділі було проведено підбір обладнання для автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Це обладнання включає в себе ряд пристроїв, до яких відносяться мікроконтролер Arduino Uno, GSM модуль SIM800L, GPS модуль NEO-6M, датчик прискорень ADXL335, ультразвуковий датчик HC-SR04, стабілізатор напруги LM7805, зумер, датчик вібрацій SW-18010P, набір резисторів, світлодіод, дисплей 16 x 4. В розділі наведено блок-схему та принцип роботи складових автоматизованої системи виявлення аварій на транспортних засобах. Також наведена принципова схема підключення датчиків та модулів до мікроконтролера Arduino Uno. Також наведені отримані результати в процесі розробки та моделювання роботи АСВА на ТЗ та наведені її переваги та обмеження. Принцип роботи полягає у виявленні на транспортному засобі зближення з об'єктом попереду або позаду автомобіля, подальшої перевірки наявності вібрацій в автомобілі та різкого зменшення швидкості і подальшої відправки повідомлення про аварію у служби швидкої медичної допомоги та поліції із зазначенням координат, де сталася аварія.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: в системі виявлення аварій за замовченням не введено можливість виклику ДСНС

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

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

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,50/В)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Соколан Юлія Сергіївна, доцент кафедри будівництва та цивільної безпеки Хмельницького національного університету

"03" 06 2025 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКТІсР  
друковану, проф. Мартинику В.В.

Безпечний ІО

ФСТ, 3 курс, група АКТІс-22-1

#### ЗАЯВА

З прохання чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

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

12.05.25

дата



підпис

## Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 1.0%

Dictionaries check: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Errors in the documents: 11%

ID: 242499 Title: БКР Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах Added in a DB: 2025-05-30 Authors: Ілля БЕЗДІТНИЙ Heads: Денис МАКАРІШКІН Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	53082	764	1773 (3%)	26 (3%)

### Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

## Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

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

**Автор:** Ілля БЕЗДІТНИЙ

**Співавтор:**

**Назва:** БКР Бездітний

**Науковий керівник:**

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

**Коефіцієнт подібності 1:**0.1%

**Коефіцієнт подібності 2:**0%

**Мікропробіли:** 0

**Заміна букв:** 0

**Інтервали:** 0

**Білі знаки:** 1

**Дата створення звіту:** 2025-05-30 07:34:21.0

**Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:**

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

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

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

**Обґрунтування:**

2025-05-30

*Дата*

експерт

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

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система виявлення аварій на транспортних засобах

Автор: Бездітний Ілля Олександрович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Макаришкін Денис Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

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

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

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

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 0,12% і адресується до 33 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Денис МАКАРИШКІН