

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра електронної техніки

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри електронної техніки

Вовна О.В.

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2021 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка апаратно-програмного забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту»

Виконав: студент 3 курсу, групи ЕЛТп-18

(шифр групи)

спеціальності 171 Електроніка

(шифр і назва спеціальності)

Солопихін В'ячеслав Сергійович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник асистент кафедри ЕТ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

К.В. Рижкова

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.*

Студент _____

(підпис)

Покровськ – 2021 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра електронної техніки

(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____

(дата)

з оцінкою _____

Секретар ДЕК _____

(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

Тема: «Розробка апаратно-програмного забезпечення електронного пристрою
контролю руху пасажирського транспорту»

Спецчастина: _____

Виконавець, студент

гр. ЕЛТп – 18

Солопихін В.С.

(підпис, дата,

П.І.П)

Керівник

ас. Рижкова К.В.

(підпис, дата,

П.І.П)

Консультанти:

проф. Вовна О.В.

(підпис, дата,

П.І.П)

ас. Рижкова К.В.

(підпис, дата,

П.І.П)

доц. Лактіонов І.С.

(підпис, дата,

П.І.П)

ст. викл. Тюрін Є.А.

(підпис, дата,

П.І.П)

Нормоконтроль

проф. Вовна О.В.

(підпис, дата,

П.І.П)

Покровськ – 2021

**Державний вищий навчальний заклад
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра Електронна техніка

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 171 Електроніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри електронної техніки

Вовна О.В.

« » 2021 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Солопихін В'ячеслав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка апаратно-програмного забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

керівник проекту (роботи) Рижкова Катерина Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 16.04.2021 року № 173

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Технічна документація та матеріали з переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) характеристика та аналіз предметної сфери дослідження; сьогоденний стан систем контролю руху транспорту; обґрунтування цілей і напрямків дослідження і розробки; розробка структури і обґрунтування функцій електронного пристрою; розробка алгоритмічного й програмного забезпечення електронного пристрою; розрахунок параметрів і оцінка характеристик електронного пристрою.

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	ас. Рижкова К.В.		
2	доц., доц. каф. ЕТ, к.т.н., Лактіонов І.С.		
3	зав. каф. ЕТ, д.т.н., проф., Вовна О.В.		
А	ст. викл. каф. ОП, Тюрін Є.А.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	АКТУАЛЬНИЙ СТАН РОЗРОБОК В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ І СИСТЕМ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	18.04.2020	
2	ОБІРУНТУВАННЯ АПАРАТНИХ КОМПОНЕНТ І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	21.05.2020	
3	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОДУ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	10.06.2020	

Студент

(підпис)

Солопихін В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Рижкова К.В

(прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Солопихін В.С. Розробка апаратно-програмного забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття СО «Бакалавр» за спеціальністю 171 Електроніка. – ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, 2021 р.

Пояснювальна записка: 59 сторінок (основний текст – 48 сторінок), 24 рис., 1 табл., 18 посилань, 1 додаток.

Більшість відомих на сьогоднішній день інтелектуальних систем контролю руху транспорту базуються на коштовній компонентній базі та носять глобальний характер. Проте попит на такі системи існує в підприємств малого й середнього бізнесу, а отже виникає проблема розробки системи контролю руху транспорту на базі бюджетних серійних апаратних компонент і програмних засобів.

Отже, основною метою представленої кваліфікаційної бакалаврської роботи є розробка та дослідження апаратно-програмних засобів побудови електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, що задовольнятиме вимогам підприємств малого й середнього бізнесу.

Основні результати досліджень і розробок роботи: виконано аналіз і наведено узагальнену характеристику актуального стану розробок у галузі електронних систем пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту; здійснено розробку структурної схеми апаратно-програмного забезпечення і обґрунтовано алгоритми функціонування електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту; виконано розрахунки параметрів апаратних блоків і вузлів; розроблено і протестовано програмне забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

Ключові слова: контроль, транспорт, GPS-моніторинг, рух, структурна схема, електронний пристрій, програмний код.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АКТУАЛЬНИЙ СТАН РОЗРОБОК В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИБОРІВ І СИСТЕМ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	11
1.1 Загальний опис сучасного стану та тенденцій розвитку електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту.....	11
1.2 Апаратні й програмні засоби контролю руху пасажирського транспорту.....	16
1.3 Постановка задачі на розробку електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.....	28
1.4 Висновки.....	29
2 ОБҐРУНТУВАННЯ АПАРАТНИХ КОМПОНЕНТ І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИБОРУ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	30
2.1 Структурна схема та узагальнений алгоритм роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.....	30
2.2 Обґрунтування первинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.....	33
2.3 Обґрунтування цифрових вторинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.....	36
2.4 Висновки.....	39
3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОДУ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИБОРУ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ.....	40
3.1 Розрахунок параметрів аналогових компонент електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.....	40
3.2 Програмна компонента обміну даними щодо вимірювального	

контролю руху пасажирського транспорту.....	45
3.4 Висновки.....	49
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52
ДОДАТОК А.....	54

ВСТУП

На теперішній час системи і пристрої контролю транспорту транспортом є важливим і дієвим засобом для підвищення ефективності використання ресурсів і матеріалів, а також складання маршрутів. Цей інструментарій допомагає реалізувати координацію усіх наявних даних у транспортній логістичній мережі з обліком адаптації варіантів маршруту й тарифів. Електронні системи і пристрої керування і контролю потоками транспорту мають надавати інформацію в опрацьованому й ергономічному вигляді, який надалі дозволить управлінням приймати оптимальні і найбільш ефективні управлінські і логістичні рішення.

Теперішній стан систем контролю й керування потоками транспорту динамічно модифікується, адже розробки інформаційних і електронних технологій постійно роблять такі апаратно-програмні засоби менш коштовними, а також значно зручнішими під час використання й впровадження та значно менш трудомісткими і більш функціональними під час встановлення і налагодження. Цей факт дозволяє підприємствам середнього і малого бізнесу з незначною кількістю одиниць техніки впроваджувати і використовувати подібні технологічні засоби, що подібні системи здатні забезпечити через отримання оперативної інформації в онлайн режимі.

Основна мета представленої бакалаврської кваліфікаційної роботи полягає в розробці й дослідженні апаратних і програмних засобів реалізації електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, який здатний задовольнити вимогам підприємств малого та середнього бізнесу.

Задля досягнення сформульованої основної мети поставлено і розв'язано наступні задачі роботи:

- виконати аналіз і навести узагальнену характеристику актуального стану розробок у галузі електронних систем пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту;

– здійснити розробку структурної схеми апаратно-програмного забезпечення і обґрунтувати алгоритми функціонування електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;

– виконати розрахунки параметрів апаратних блоків і вузлів, а також розробити і виконати тестування програмного забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

Об'єктом дослідження даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є апаратні та програмні засоби та структурна і функціональна організація електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

Предметом дослідження даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є методи, методики і апаратно-програмні засоби забезпечення точного і достовірного онлайн контролю руху пасажирського транспорту.

Загальна структура даної бакалаврської кваліфікаційної випускної роботи є такою: пояснювальна записка містить вступну частину, три основні розділи, один додаток, загальний висновок і перелік бібліографічних посилань. Загальний обсяг роботи становить 59 сторінок (основний текст – 48 сторінок), 24 рис., 1 табл., 18 посилань, 1 додаток.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНИЙ СТАН РОЗРОБОК В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ І СИСТЕМ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Загальний опис сучасного стану та тенденцій розвитку електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту

На сьогоднішній день системи контролю транспорту транспортом є важливим і дієвим інструментом задля підвищення ефективності використання матеріалів і ресурсів та складання маршрутів. Такий інструментарій допомагає виконувати координацію всіх доступних даних у транспортній логістичній мережі з урахуванням варіантів маршруту, тарифів, поставок та простоїв, а також планування графіків роботи.

Електронні пристрої і системи контролю й керування потоками транспорту представляють інформацію в опрацьованому й ергономічному форматі, який надалі дозволяє менеджерам приймати оптимальні та найбільш ефективні логістичні й управлінські рішення.

Традиційно у теперішній час такі системи керування потоками транспорту є складними апаратно-програмними рішеннями, що обумовлює їх значну вартість, а відповідно робить їх коштовними під час упровадження та обслуговування протягом певного періоду часу. Проте економія поточних витрат і підвищення ефективності спонукають значну кількість великих компаній до прийняття до використання таких систем, що надає їм значну інвестиційну привабливість.

Сьогоденний стан систем контролю потоків транспорту динамічно змінюється, адже розробки електронних і інфокомунікаційних технологій постійно роблять такі апаратно-програмні рішення менш дорогими, а також простішими під час використання й впровадження та значно більш функціональними і менш трудомісткими під час встановлення і налагодження. Такий факт дозволяє підприємствам малого й середнього бізнесу з незначною

кількістю одиниць техніки використовувати подібні технологічні рішення, які ці системи можуть забезпечити через отримання оперативної інформації в режимі реального часу.

На сьогоднішній день у світовій практиці активно впроваджується і використовується новий напрямок в науці, бізнесі й техніці – інтелектуальні транспортні системи.

Технології на базі цього напрямку на сьогодні розглядаються в якості найбільш ефективного засобу під час вирішення транспортних і логістичних проблем та як можливий інструмент задля створення нових галузей у промисловості.

Таке інноваційне рішення задач, що пов'язані з транспортними проблемами розглядають більше у векторі не створенням систем контролю й керування транспортом, а в якості засобів вбудованих транспортних систем із використанням інфокомунікаційних і електронних технологій контролю та керування на різних ієрархічних рівнях.

Також варто приймати до обліку можливості прийняття рішень на базі отриманої в онлайн режимі інформації у подібних системах доступні не тільки операторам транспортних підприємств, але й усім користувачам із різними правами доступу.

Такі інтегровані система, які об'єднують у єдиний технологічний і програмний комплекс використовуються під час забезпечення безпеки дорожнього руху, організації руху транспорту, а також під час надання інформаційного сервісу для всіх учасників дорожнього руху та безпосередньо для всіх потенційних суб'єктів процесу руху транспорту.

Одним із головних завдань інтелектуальних транспортних систем є реалізація і підтримка можливостей автоматичних і автоматизованих взаємодій усіх транспортних об'єктів і суб'єктів у масштабі реального часу на принципах масштабованості й адаптивності. Ключовим моментом у побудові інтелектуальних транспортних систем є комплексна інтеграція транспортно-

технологічної, дорожньо-транспортної, інформаційної, адміністративної та інформаційної інфраструктур.

Отже, такий комплексний підхід представляється у вигляді сукупності технологічних вузлів і підсистем, у якій передбачено функції оперативного, диспетчерського та ситуаційного моніторингу взаємодії задіяних відомств, служб і відповідних підприємств.

Основний принцип побудови інтелектуальних транспортних систем у графічному вигляді наведений на рисунку 1.1 [1, 2].

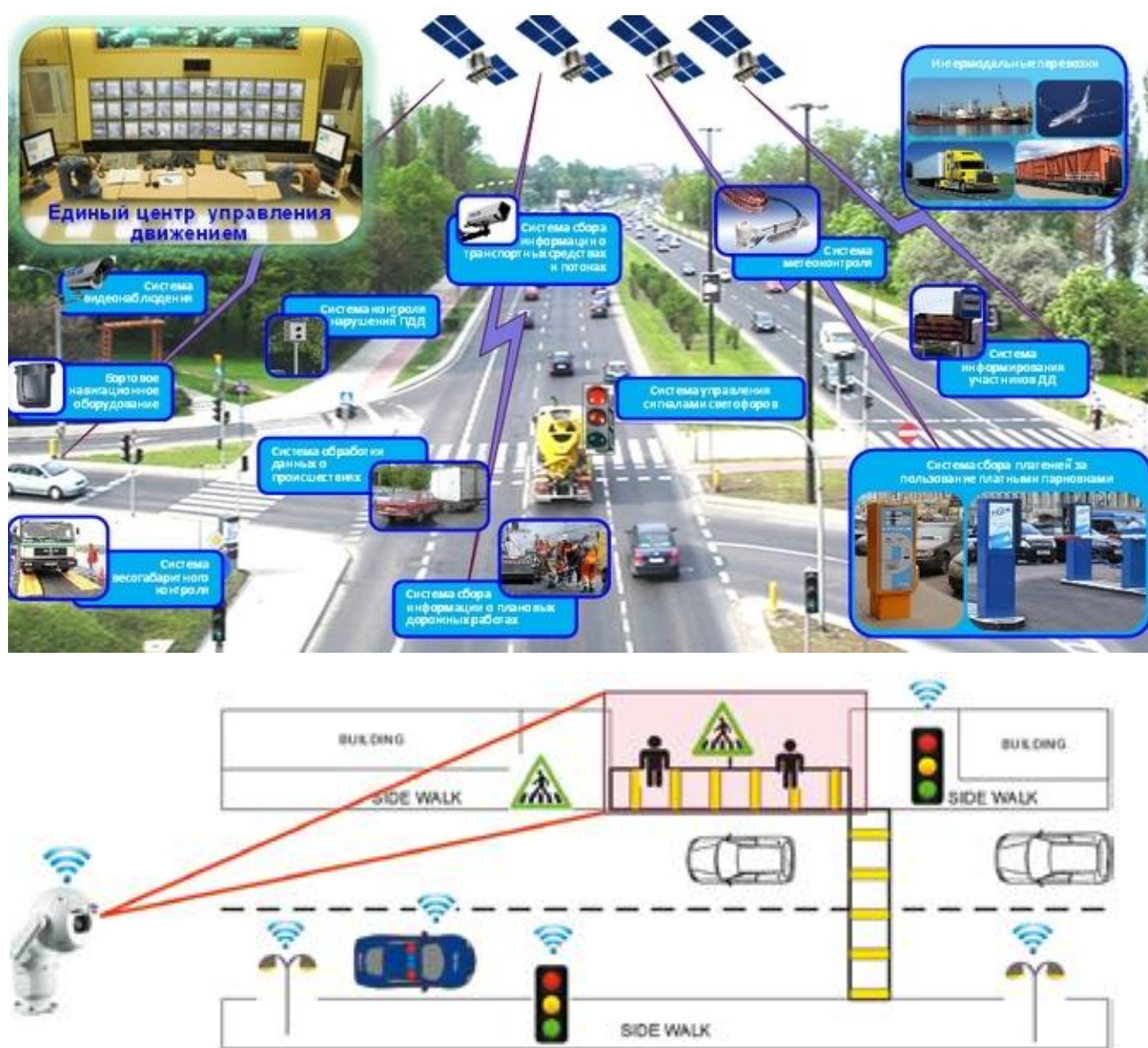


Рисунок 1.1 – Графічна інтерпретація концептуальних засад функціонування інтелектуальних транспортних систем

З метою реалізації та організації вищеописаної взаємодії необхідно створювати й впроваджувати в дію регіональні автоматизовані диспетчерські центри. Адже, побудова інтелектуальних транспортних систем є неможливою без вирішення задач розробки й реалізації відповідних проєктних рішень із формування комплексів зв'язку з урахуванням усіх видів взаємодії. Такі центри зв'язку мають бути обладнані високошвидкісними оптоволоконними мережами та / або бездротовими каналами.

Прийняття рішень із проєктувальних робіт, а також будівництва і розширення функціональних можливостей відомих інтелектуальних транспортних систем має приймати до обліку апробовані наукові й практичні принципи моніторингу й контролю індикативних показників ефективності підсистем і вузлів системи.

Одночасно з цим дані, що надходять від інтелектуальних транспортних систем можуть використовуватися з метою обґрунтування поточних і планованих витрат з обслуговування, ремонту та реконструкції доріг, а також задля розробки заходів із підвищення доцільності будівництва нових автомобільних шляхів.

Основні цілі й переваги щодо впровадження і використання інтелектуальних транспортних систем наведено на рисунку 1.2 у вигляді інфографіки [2].

Таким чином, можна констатувати факт того, що у світовій практиці інтелектуальні транспортні системи визнані як найбільш ефективна транспортна концепція щодо інтеграції новітніх досягнень віддаленого моніторингу до більшості видів транспортної й логістичної діяльності для вирішення актуальних проблем соціального й економічного спрямування, а саме: зменшення аварійності, збільшення ефективності вантажоперевезень і громадського транспорту загального і приватного використання, забезпечення загальнодержавної транспортної безпеки, а також поліпшення екологічних ситуацій.



Рисунок 1.2 – Основні цілі й переваги щодо впровадження і використання інтелектуальних транспортних

Отже, електронний пристрій, що розробляється повинен забезпечувати виконання функції онлайн моніторингу локацій та поточного технічного стану транспортних засобів задля подальшої оптимізації витрат на паливо, мастила й

деталі для ремонту, а також відстежувати місце знаходження транспортного засобу вздовж маршруту та запобігати виникненню ДТП та інших випадкових негативних непередбачених ситуацій під час руху.

1.2 Апаратні й програмні засоби контролю руху пасажирського транспорту

Як зазначалось вище в п. 1.1 «Загальний опис сучасного стану та тенденцій розвитку електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту» інтелектуальні транспортні системи являються собою складне технічне рішення з використанням новітніх досягнень у галузі апаратного й програмного забезпечення електронних і інфокомунікаційних пристроїв і систем.

У загальному вигляді структура інтеграції апаратних і програмних вузлів типових систем має вигляд, як показано на рисунку 1.3 [3].

До складу такої системи обов'язково мають входити наступні компоненти:

1 – технологічне обладнання (сенсори і модулі бездротової передачі даних), що розміщуються на рухомому транспортному об'єкті;

2 – комп'ютерний сервер агрегації, накопичення й обробки даних про стан і місце знаходження транспортного засобу;

3 – програмно-аналітичне забезпечення сервера обробки й інтерпретації даних;

4 – периферійне обладнання (стандартний персональний комп'ютер зі спеціалізованим програмним забезпеченням);

5 – GSM-канал, що реалізує зв'язок між технологічним обладнанням і сервером для передачі інформації про поточний стан і місце знаходження транспортного засобу або засобів;

6 – інтерфейс віддаленого доступу через мережу Інтернет між сервером і периферійним обладнанням користувача;

7 – канал зв'язку за допомогою SMS-оповіщення для обміну інформацією щодо непередбачуваних ситуацій або виходу транспортного засобу за допустимі межі.

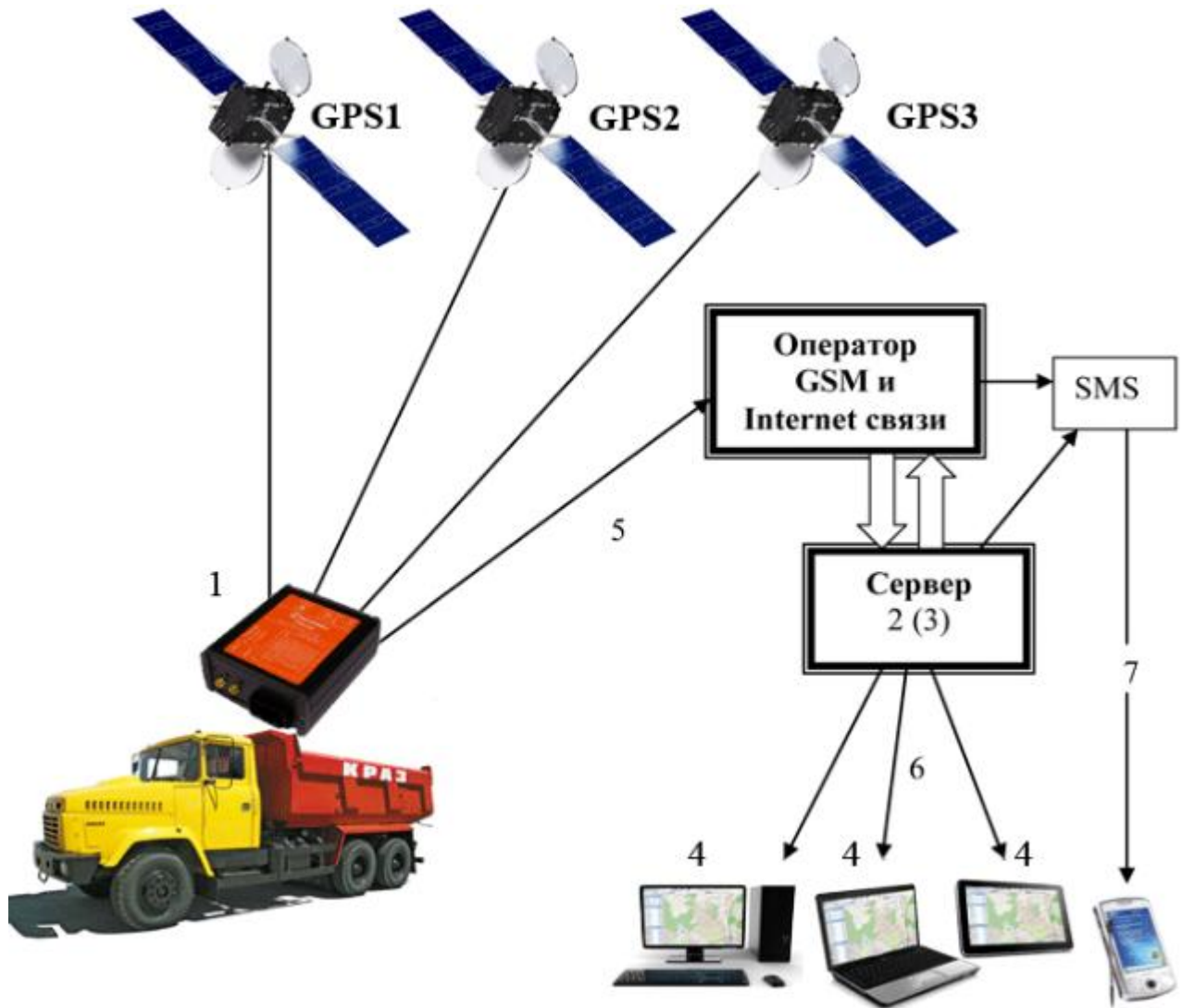


Рисунок 1.3 – структура інтеграції апаратних і програмних вузлів типових систем контролю транспортних засобів

Такі системи, структуру яких зображено на рисунку 1.3, дозволяють виконувати наступні функції:

- моніторинг усіх випадків нецільового застосування транспортних засобів;
- контролювати витрату палива та мастильних матеріалів;

- охороняти рухомі транспортні засоби від несанкціонованого втручання;
- виконувати моніторинг кількості пасажирів у транспортному засобі вздовж усього маршруту руху;
- здійснювати контроль виходу транспортного об'єкту зі зони допустимого руху та оперативно інформувати про це диспетчера;
- терміново встановлювати місце знаходження рухомих транспортних засобів та інформувати про їх поточний стан.

Основна увага в даній бакалаврській роботі приділена розробці наступних апаратно-програмних блоків: 1 – технологічне обладнання (сенсори і модулі бездротової передачі даних) та 4 – спеціалізоване програмне забезпечення обробки інформації від рухомих об'єктів.

На теперішній час відома велика кількість датчиків, що відносяться до класу GPS-сенсорів, які серійно випускаються промисловістю та є стандартизованими засобами.

Першим сенсором, який підлягає аналізу є сенсор рівня палива в транспортному засобі.

На теперішній час відома значна кількість таких сенсорів. Одним із найбільш популярних є сенсор ємнісного типу, який дозволяє з мінімальною похибкою виконувати вимірювальний контроль витрат палива та фіксувати кількість необхідних дозаправок, а також детектувати факти несанкціонованого зливу палива [4]. Зовнішній вигляд такого сенсора наведено на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд ємнісного сенсора рівня палива

Найбільш розповсюдженим і бюджетним варіантом є сенсор поплавкового типу для моніторингу рівня палива в автомобільному баку. Такі поплавкові датчики контролю рівня палива передбачені в базовій комплектації транспортних засобів. Він знаходиться безпосередньо в паливній ємності. Зовнішній вигляд такого сенсору наведено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд сенсору рівня палива транспортного засобу поплавкового типу

Найбільш новітнім підходом є ультразвуковий сенсор рівня палива в баку, що являє собою випромінювач ультразвукової хвилі, до якого підключений кабель зі спеціалізованим уніфікованим виходом для підключення до GPS-трекера. Такий тип сенсорів монтується зі зовнішньої сторони баку палива транспортного засобу. Цей пристрій функціонує наступним чином. Ультразвукова хвиля, що генерується проходить крізь металеву стінку паливного бака та товщу рідкого пального. На переході границь середовищ повітряного та рідкого середовищ вона віддзеркалюється, а відбитий сигнал детектується випромінювачем. Часовий інтервал між посиленням згенерованої

хвилі та її повернення після віддзеркалення є вихідними даними для обчислення кількості палива.

Зовнішній вигляд сенсору рівня палива в баку представлено на рисунку 1.6 [5].



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд сенсору рівня палива в баку ультразвукового принципу дії

Також до складу інтелектуальних транспортних систем має обов'язково входити GPS-датчик місця знаходження транспортного засобу. В якості такого засобу може бути використаний GPS-трекер, який визначає свої координати на карті за супутниковими даними, а також за допомогою стільникового мобільного зв'язку та через мережу Інтернет. Інформація передається на портативний смартфон або комп'ютер користувача. У GPS-трекер встановлюється звичайна SIM-карта мобільного оператора. Для безперервного моніторингу в режимі реального часу також має бути встановлене спеціалізоване програмне забезпечення або мобільний додаток, також додатково має бути функціонал для моніторингу через WEB-сторінку мережі Інтернет браузера. Основним обмеженням таких GPS-трекер, яке має бути

прийнято до обліку, є дальність дії, оскільки використовується GSM покриття мобільного оператора. Зовнішній вигляд типового GPS-трекера наведено на рисунку 1.7 [6].



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд типових моделей автомобільних GPS-трекерів для контролю руху транспортних засобів

Однією з головних функцій, яка закладається до розроблюваного електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, є потоковий обмін даними в бездротовому режимі.

На теперішній час відома й досліджена значна кількість бездротових інфокомунікаційних технологій обміну даними та вимірювальною

інформацією [7, 8]. Основною на теперішній час технологією, яка прийнята до використання є GPS-технологія.

Така технологія відноситься до класу високоточних супутникових систем навігації, що дозволяє встановлювати поточне місце знаходження об'єкта (в тому числі й рухомого), його довготу, широту і висоту над рівнем моря, а також швидкість і напрямок його пересування. Цей комплекс під назвою NAVSTAR був розроблений і втілений в роботу Міністерством оборони США.

Основний принцип роботи GPS-технології у вигляді структурної схеми наведено на рисунку 1.8.

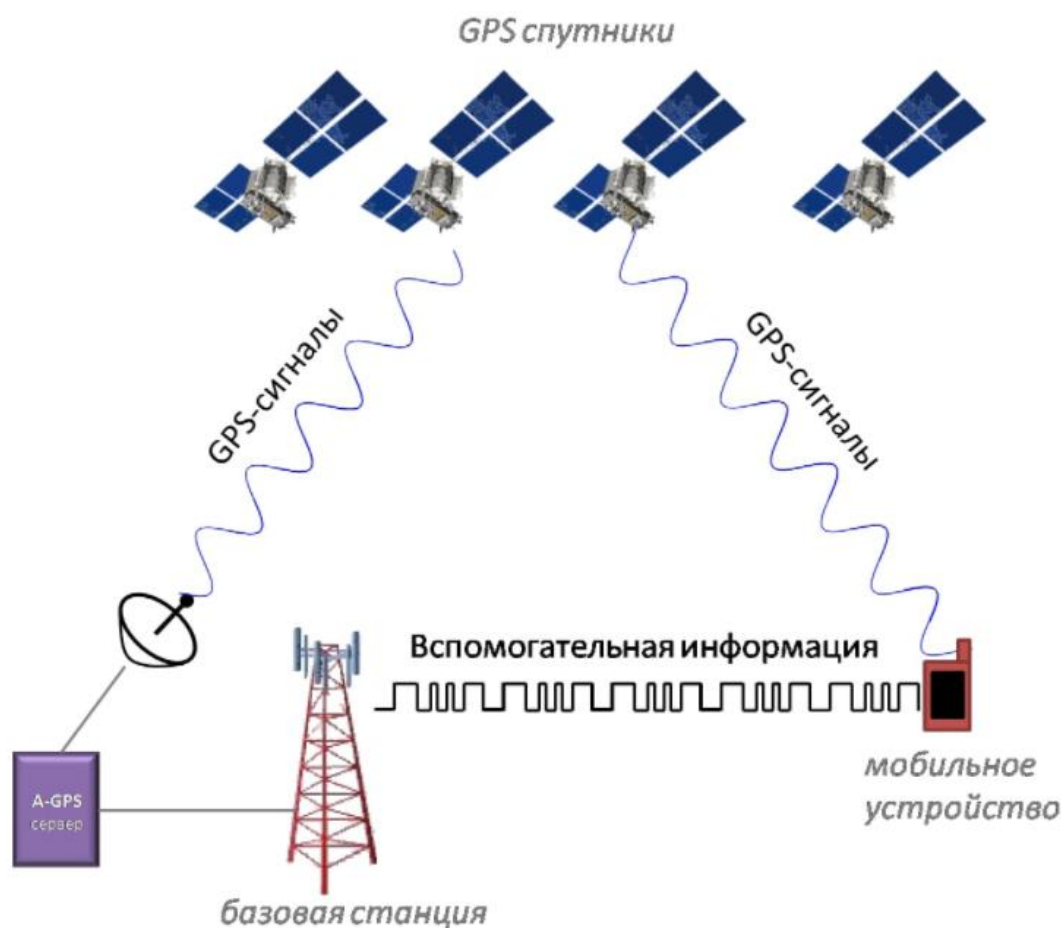


Рисунок 1.8 – Інтерпретація принципу роботи GPS-технології

Також відомими на теперішній час є декілька технологій, які є аналогічними до GPS-технології.

ГЛОНАСС (Глобальна Навігаційна Супутникова Система) – це російська

навігаційна система супутників, яка була розроблена на замовлення Міністерства оборони СРСР.

Основу цієї системи становлять двадцять чотири активні супутники, які обертаються на орбіті зі середньою висотою 19 000 км від поверхні Землі з кутом нахилу 64,8 град. та періодом близько 11 годин у трьох орбітальних площинах із вісьмома розподіленими рівномірно супутниками в кожній. Також ця технологія містить резервні апарати, що призначені для резервування заміни активних супутників. Супутники, що входять до системи ГЛОНАСС в усталеному режимі передають радіочастотне випромінювання двох типів: навігаційний сигнал в діапазоні 1,6 ГГц і навігаційний сигнал високої точності на частоті 1,2 ГГц. Наземний комплекс керування системою супутників ГЛОНАСС складається з центру керування та базових станцій. Орбіта, на якій функціонують супутники ГЛОНАСС, надає можливість використання навігаційної системи на високих широтах (південний і північний полярний регіон). Це є основною перевагою перед GPS-технологією, як показано у вигляді функціональної схеми на рисунку 1.9. Проте в даній бакалаврській роботі цей факт не є критичним.

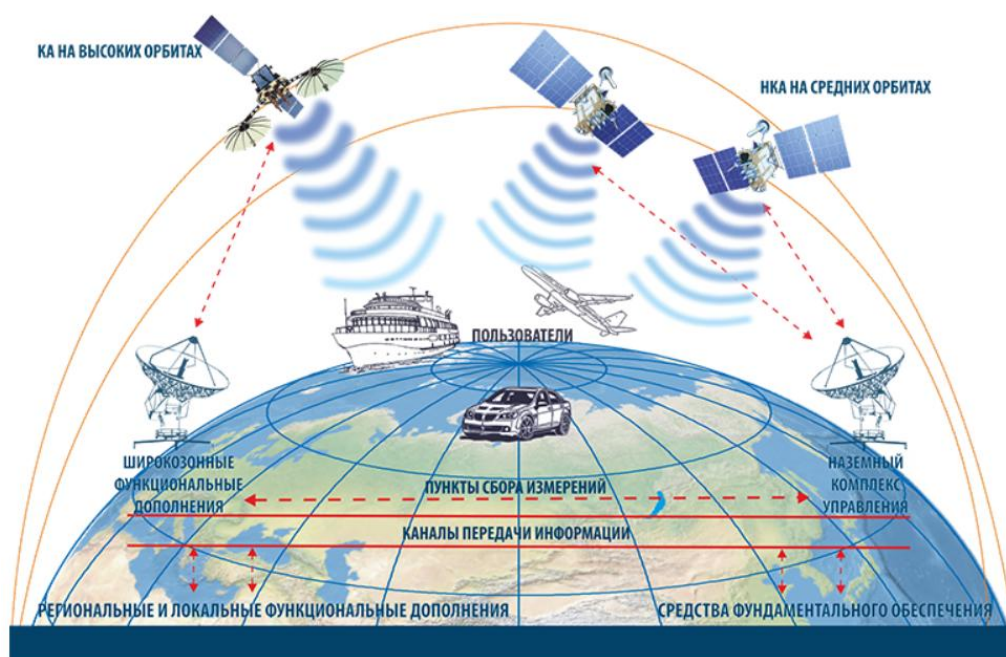


Рисунок 1.9 – Інтерпретація принципу дії системи ГЛОНАСС

На теперішній час похибки навігаційних показників системи ГЛОНАСС за параметрами довготи й широти становлять від 3 м до 6 м під час використання у середньому від 7 до 8 супутників (у залежності від точки приймання сигналів).

Ще однією технологією, яка знайшла широке застосування є система ГАЛІЛЕО, що являє собою систему супутникової навігації Європейського Союзу та Європейського космічного агентства.

Старт роботи система почався 15 грудня 2016 року в тестовому режимі. Повна комплектація системи буде складатися з 27 активних та 3 запасних супутників, що мають обертатися на висоті 23220 км над поверхнею Землі з кутом нахилу 56 град. і періодом близько чотирнадцяти годин у трьох орбітальних площинах із 9 активними та 1 резервним супутником у кожній. Наземна інфраструктура системи ГАЛІЛЕО містить у своєму складі два (у майбутньому заплановано – 3) центри керування й глобальну мережу приймально-передавальних станцій. Навігаційні сигнали ГАЛІЛЕО мають забезпечити гарний рівень покриття навіть на широтах до 75 град. північної широти, а точність визначення місця розташування об'єктів має сягати – 1 м.

Також у роботі варто акцентувати ще на одній технології, яка останнім часом набула значної популярності. Бейдоу – китайська супутникова система навігації.

Ця система Бейдоу почала працювати в 2003 році та була запущена до комерційних цілей експлуатації 27 грудня 2012 року як регіональна система позиціонування (виключно для азіатсько-тихоокеанського регіону). При цьому система супутників становила 16 одиниць. Показник точності позиціонування системи для цивільних цілей населення становить менше 10 метрів, а точність вимірювання швидкості руху об'єктів – менше 0,2 м/с.

Таким чином, перелічені вище технології можуть використані під час побудови електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту. Графічну інтерпретацію, що розкриває зміст порівняльного аналізу технологій, які описані вище, наведено на рисунку 1.10 [9].



Рисунок 1.10 – Порівняльна характеристика супутникових навігаційних систем

Таким чином, на підставі порівняльного аналізу відомих технологій супутникової навігації, було встановлено, що з урахуванням показників

апаратної і програмної сумісності з іншими вузлами і блоками розроблюваної системи та широкої доступності й апробованості, в даній роботі до використання прийнята GPS-технологія.

Для візуалізації результатів моніторингу руху пасажирського транспорту в ергономічній формі може бути використано один із двох основних підходів. Перший – це спеціалізовані SCADA-системи на базі TRACE MODE - SCADA для телемеханіки, як показано на рисунку 1.11 [10].

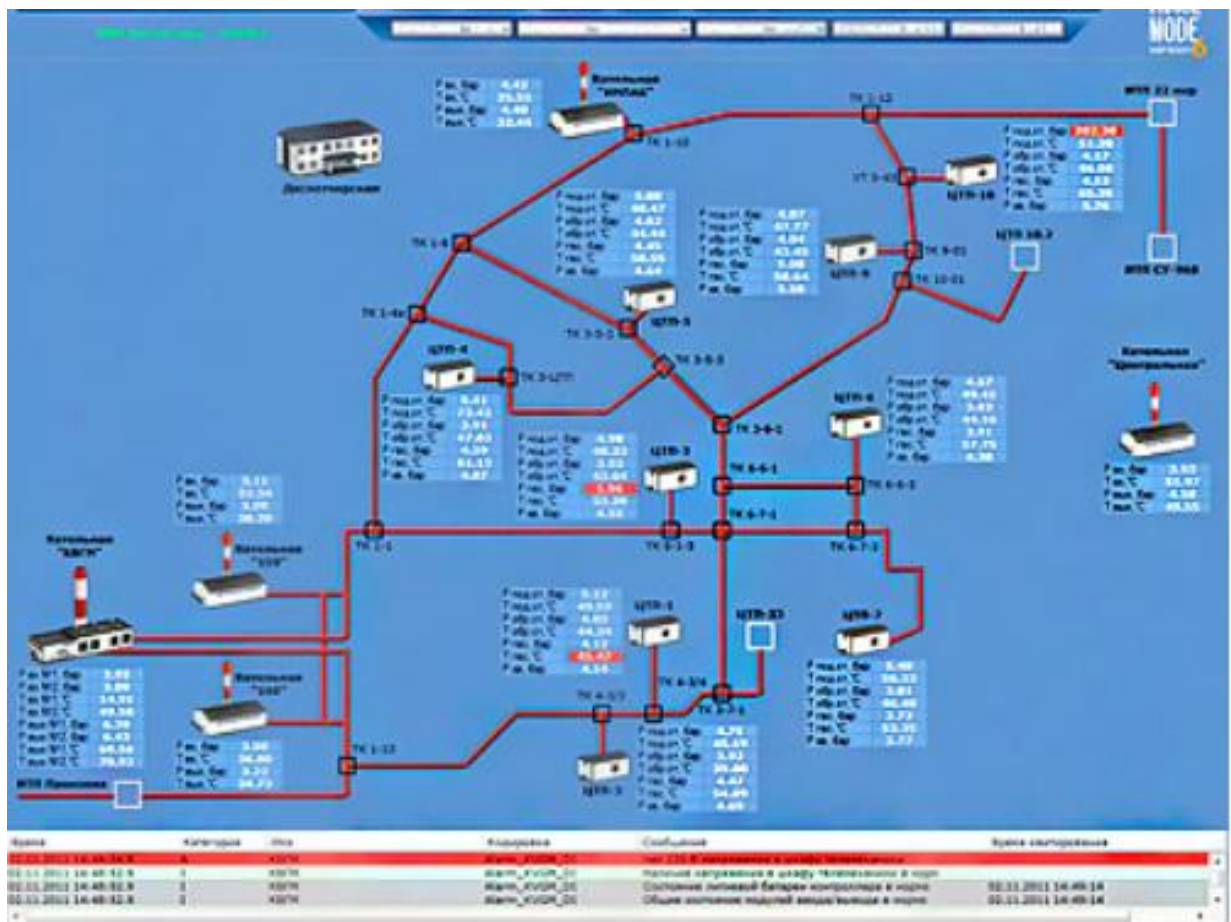


Рисунок 1.11 – Типовий SCADA-інтерфейс для диспетчеризації руху пасажирського транспорту

Основним призначенням такої телеметричної SCADA-системи є моніторинг рухомих об'єктів на відстані.

Другий підхід полягає у використанні спеціалізованих хмарних сервісів типу MATLAB Distributed Computing Server, що реалізує підтримку пакетної

обробки інформації, що надходить від віддалених об'єктів із можливістю подальших паралельних обчислень і опрацювання розподілених значних об'ємів інформації.

Таке апаратно-програмне рішення підтримує в собі інтегрований засіб планування режимів роботи кластерів і забезпечує адаптацію базових використовуваних засобів планування користувача, як у загальному вигляді показано на рисунку 1.12.

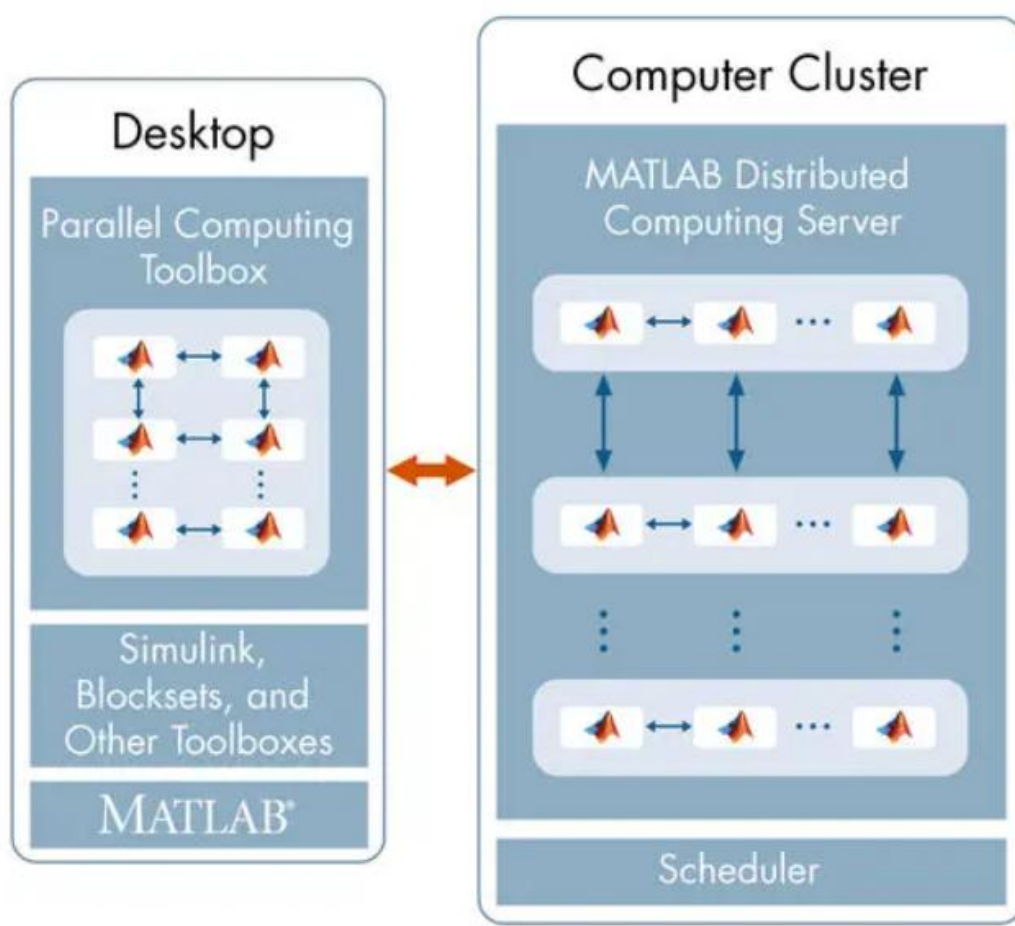


Рисунок 1.12 – Інтерпретація принципів функціонування MATLAB Computing Distributed Server

Таким чином, проаналізовані у даному пункті бакалаврської роботи апаратні компоненти та програмні засоби, можуть бути використані в якості базису під час розробки та досліджень електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

1.3 Постановка задачі на розробку електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

На підставі проведеного бібліографічного аналізу з актуального стану розробок в галузі електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту було встановлено наступне.

Більшість відомих на сьогоднішній день інтелектуальних систем контролю руху транспорту базуються на кошовній компонентній базі та носять глобальний характер. Проте попит на такі системи існує в підприємств малого й середнього бізнесу, а отже виникає проблема розробки системи контролю руху транспорту на базі бюджетних серійних апаратних компонент і програмних засобів.

Отже, основною метою представленої кваліфікаційної бакалаврської роботи є розробка та дослідження апаратно-програмних засобів побудови електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, що задовольнятиме вимогам підприємств малого й середнього бізнесу.

Задля досягнення поставленої основної мети сформульовано та вирішено наступні дослідницькі задачі роботи:

- провести критичний аналіз та надати узагальнену характеристику актуального стану розробок в галузі електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту;
- розробити структурну схему апаратно-програмного забезпечення та обґрунтувати алгоритми роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- провести розрахунку апаратних вузлів і блоків, а також розробити й протестувати програмне забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

Об'єктом дослідження наведеної кваліфікаційної бакалаврської роботи є апаратні й програмні засоби і структурно-функціональна організація електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

Предметом дослідження наведеної кваліфікаційної бакалаврської роботи є методи й апаратно-програмні засоби забезпечення достовірного безперервного контролю руху пасажирського транспорту.

1.4 Висновки

У першому розділі бакалаврської роботи було проведено критичний аналіз та надано узагальнену характеристику актуального стану розробок в галузі електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту, а саме:

- загальний опис сучасного стану та тенденцій розвитку електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту;
- аналіз апаратних і програмних засобів контролю руху пасажирського транспорту;
- постановка задачі на розробку електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ АПАРАТНИХ КОМПОНЕНТ І ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

2.1 Структурна схема та узагальнений алгоритм роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

Основний перелік функцій, що закладається да базису роботи розроблюваного електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, полягає в наступному:

- вимірювальний моніторинг рівня палива;
- GPS-моніторинг місця знаходження та маршруту пересування транспортного засобу;
- передача даних через мережу Інтернет до хмарного сервісу обчислень і аналізу;
- архівування даних;
- графічна візуалізація даних у SCADA-системі;
- надання доступу до перегляду даних із мобільних пристроїв користувачів.

Таким чином, розроблена узагальнена структурна схема електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, що реалізує описаний вище базовий функціональний набір із урахуванням актуальних вимог до обов’язкових етапів збору, обробки, аналізу й індикації інформації, представлена на рисунку 2.1.

На рисунку 2.1 введено такі наступні позначення:

СПП – сенсор рівня палива;

GPS-T – GPS-трекер;

БАО – блок аналогової обробки;

МкП – мікропроцесорний пристрій обробки інформації;

МБОІ – модуль бездротового обміну вимірювальною інформацією на базі GPRS-технології;

ХСОД – хмарний сервіс обробки даних;

ППК – периферійний пристрій користувача.

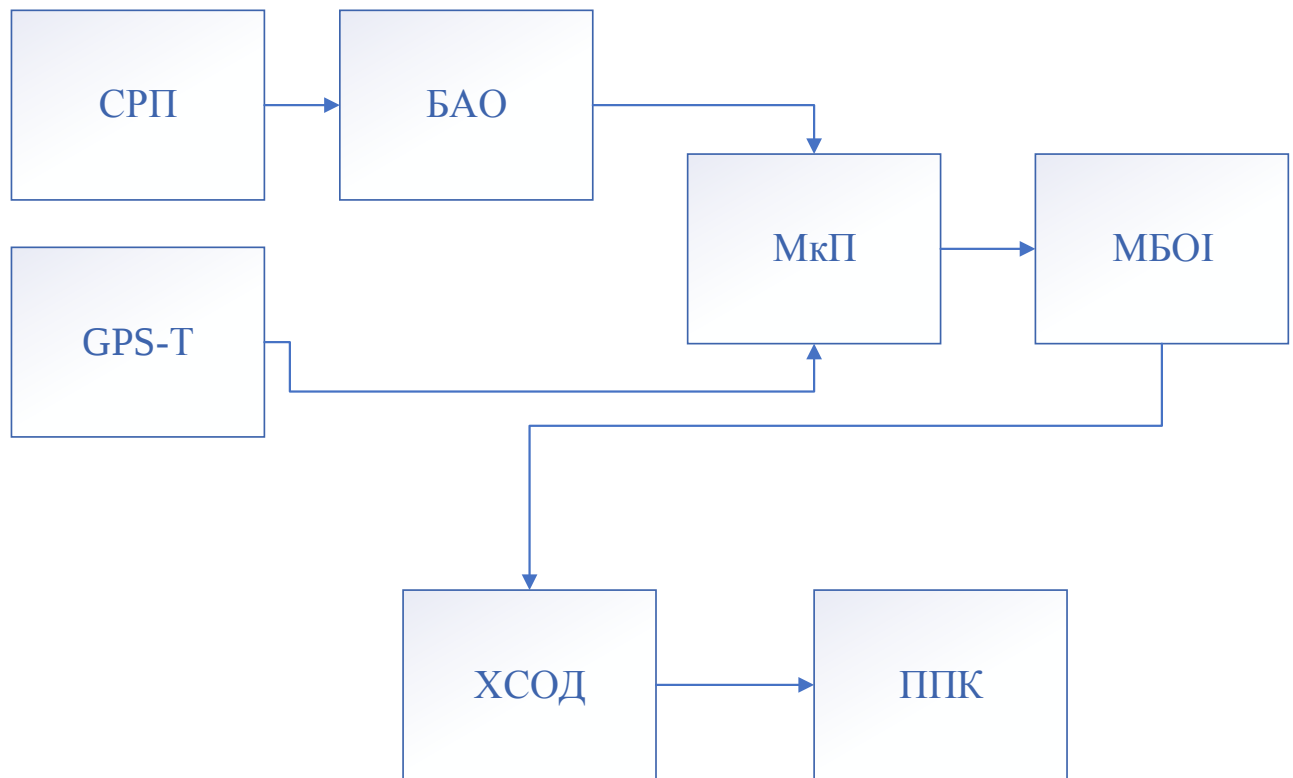


Рисунок 2.1 – Структурна схема електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

Таким чином, наведена на рисунку 2.1 структурна схема електронного пристрою, може бути використана в якості базового інструментарію задля подальших досліджень із обґрунтування компонентної бази та алгоритмів роботи пристрою.

Основний алгоритм роботи пристрою, що розробляється, полягає у послідовному виконанні базових функцій, які описані вище та є обов'язковими до виконання під час контролю руху транспортних засобів. Розроблена блок-схема алгоритму роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту наведена на рисунку 2.2.

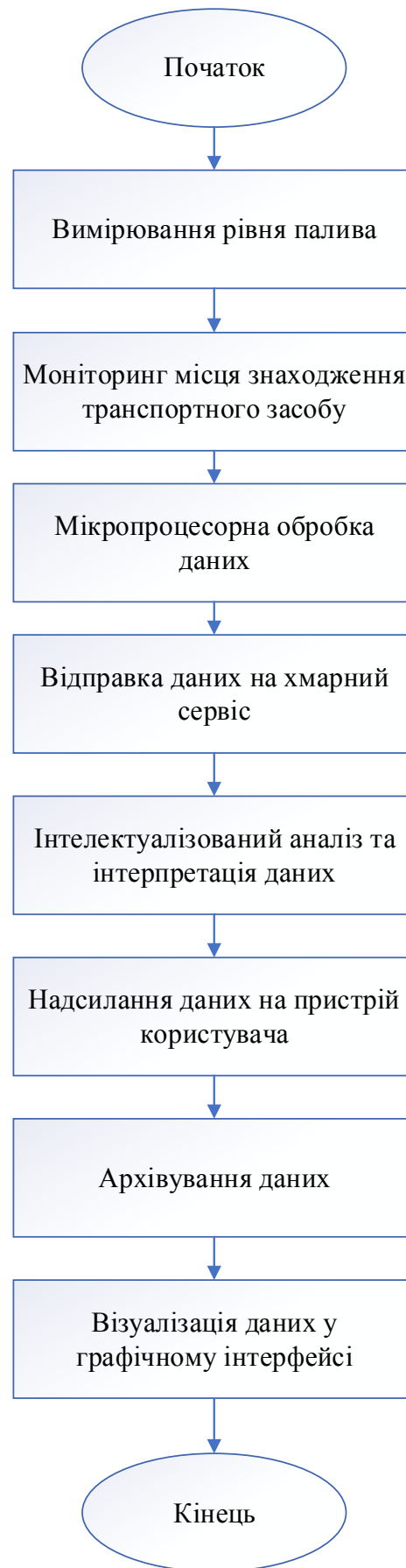


Рисунок 2.2 – Блок-схема алгоритму роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

Отже, розроблений алгоритм, який у вигляді відповідної блок-схеми наведено на рисунку 2.2, може бути використаний в якості функціональної основи програмної компоненти розроблюваного електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

2.2 Обґрунтування первинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

Як зазначалось вище в п. 2.1 «Структурна схема та узагальнений алгоритм роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту» обов'язковою функцією розроблюваного електронного пристрою є моніторинг рівня палива в баку. Таким чином, виникає завдання вибору відповідного сенсору. В свою чергу, в п. 1.2 «Апаратні й програмні засоби контролю руху пасажирського транспорту» було встановлено, що найбільш ефективними на сьогоднішній день є ультразвукові сенсори рідких середовищ. Отже, з урахуванням попереднього аналізу в даній роботі в якості сенсора рівня палива запропоновано використовувати датчик від УЗИ-М-1.2, зовнішній вигляд якого наведено на рисунку 2.3 [11].



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд ультразвукового сенсора рівня палива

Цей сенсор монтується таким чином, щоб випромінювач знаходився на зовнішній стінці. А отже, не потребує створення додаткових технологічних отворів у ємності та з'єднується з контрольним блоком. Цей ультразвуковий сенсор може працювати разом із GPS-трекером або іншими засобами збору і відображення поточного рівня й витрати палива. Цей сенсор має аналоговий вихід, то його можна під'єднати після відповідних перетворень сигналу до цифрового індикатора рівня у кабіні водія.

Ця модель сенсор призначений для вимірювання рівня наступних видів палива:

- бензин;
- дизельне паливо;
- зріджений газ у системах ГБО.

Отже, така модель ультразвукового сенсора рівня палива є універсальною для всіх типів автомобільного палива.

Основні технічні, функціональні й метрологічні характеристики такого типу сенсора є наступними:

- напруга живлення становить від 9 В до 36 В;
- наявний електричний захист від різких перепадів напруги до 85 В;
- робочий динамічний діапазон вимірювання рівня палива становить від 18 мм до 2500 мм;
- товщина стінок ємності, що контролюється – 4 мм;
- струм, що споживається – до 80 мА;
- аналоговий вихідний сигнал – від 0,3 В до 4,7 В
- частотний вихід при напрузі 10 В – від 500 Гц до 1500 Гц;
- можливий цифровий інтерфейс – RS-485 або RS-232;
- сумарна приведена невизначеність вимірювання (стоянка) – 0,4 %;
- сумарна приведена невизначеність вимірювання (у русі) – 2,5 %;
- показник ступеня захисту головки – УЗД IP67;
- робочий діапазон температур – від -45°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
- наявна флеш-пам'ять – до 2,5 МБайт;

– наявний гальванічний захист електричних ланцюгів.

Таким чином, на підставі аналізу основних технічних, функціональних і метрологічних характеристик запропонованого до використання типу сенсору УЗИ-М-1.2 було встановлено, що він є придатним до використання під час розробки електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

Наступним первинним перетворювачем, який має входити до складу електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, є GPS-трекер. Таким чином, із урахуванням попереднього аналізу в даній роботі в якості GPS-трекера запропоновано використовувати модель Magnum MT-500S, яка може функціонувати в різних режимах [12]. Зовнішній вигляд цієї моделі наведено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд GPS-трекера Magnum MT-500S

Цей тип GPS-трекера може бути використаний у якості повноцінного GPS-трекера, що постійно знаходиться в активному режимі та передає дані, або передає в змішаному режимі «маяк». У цьому змішаному режимі GPS-трекер може виходити з пасивного до активного режиму встановлену користувачем кількість разів на добу. Цей часовий проміжок виходу на зв'язок може бути

заданий у діапазоні від 1 год. до 1 разу на добу.

Основні функціональні й технічні характеристики такої моделі GPS-трекера є наступними:

- тип: автомобільний GPS-трекер із вбудованим акумулятором;
- параметр довжини: 80 мм;
- показник висоти: 16 мм;
- показник ширини: 50 мм;
- наявний інтегрований GSM модуль;
- наявний вбудований високопродуктивний GPS модуль;
- наявний сенсор-акселерометр у комплекті задля підключення ;
- має універсальні вихідні сигнали.

Таким чином, на підставі аналізу базових функціональних і технічних визначеної до використання моделі GPS-трекера Magnum MT-500 було встановлено, що така модель є придатною до використання під час побудови електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

2.3 Обґрунтування цифрових вторинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

Під час розробки даного функціонального вузла системи прийнято до увагу одну із головних умов щодо розробки електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, а саме: використання бюджетних серійних компонент задля задоволення інвестиційних вимог підприємств малого й середнього бізнесу.

Отже, з урахуванням вищевказаної вимоги, в якості мікропроцесорного блоку використано мікроконтролерну платформу Arduino Portenta H7, зовнішній вигляд якої представлено на рисунку 2.5 [13]. Саме цю модель із лінійки контролерів Arduino обрано на підставі того, що вона спроможна вирішувати складні обчислювальні задачі в потоковому режимі обробки даних, що є важливим критерієм для інтелектуальних транспортних систем, які

використовують GPS-технологію.

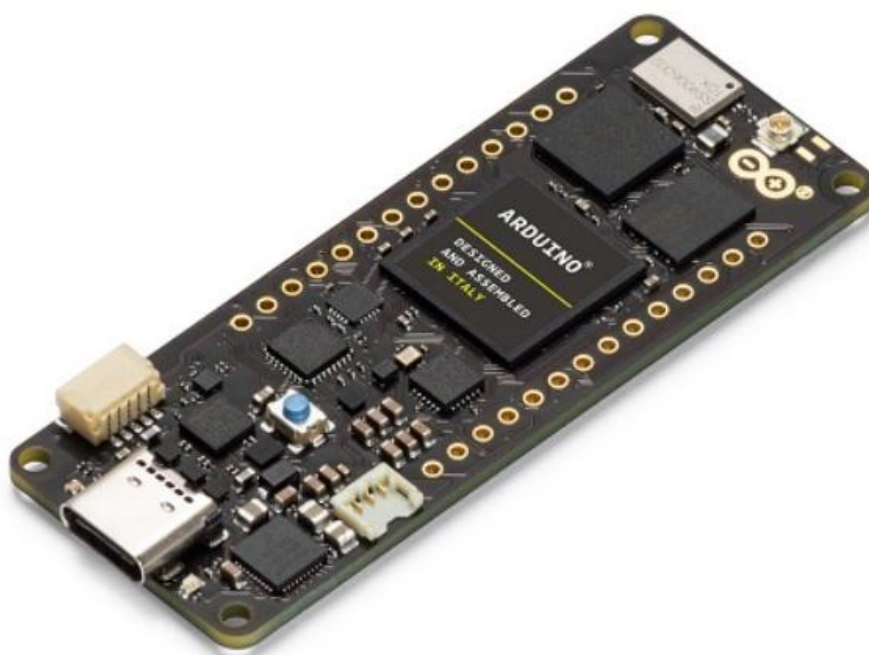


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд мікроконтролерної логічної платформи Arduino Portenta H7

Основні технічні й функціональні параметри мікропроцесорної логічної платформи Arduino Portenta H7 наведено в таблиці 2.1. Варто також акцентувати увагу, що конструкція цієї мікропроцесорної платформи включає два процесори, що здатні одночасно виконувати декілька завдань у паралельному режимі.

В якості модуля бездротового зв'язку за технологією GPRS / GSM використано сумісний з Arduino шилд GSM / GPRS/ GNSS/ Bluetooth HAT (див. рис. 2.6), який базується на широко використовуваному модулі SIM868 [14].

Із використанням цієї інфокомунікаційної плати розширення можна виконувати керування і моніторинг об'єктів на будь-якій відстані, а також передавати й отримувати пакети даних. Керування і налагодження цієї плати розширення функціональних можливостей виконується за допомогою інтегрованого інтерфейсу USB-UART типу CP2102.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики і параметри Arduino Portenta H7

Мікроконтролер	STM32H747XI двоядерний Cortex®-M7 + M4 32-розрядний з низьким енергоспоживанням Arm® MCU
Радіомодуль	Murata 1DX здвоєний WiFi 802.11b/g/n 65 Mbps і Bluetooth 5.1 BR/EDR/LE
Кріптокодек	NXP SE0502
Живлення плати (USB/VIN)	5В
Підтримуване батарейне живлення	Li-Po один елемент, 3.7В, 700мАч (вбудований контролер зарядки)
Живлення внутрішньої схеми	3.3В
Струм	2.95 мкА в режимі очікування (Backup SRAM OFF, RTC / LSE ON)
Підключення дисплея	MIPI DSI host & MIPI D-PHY інтерфейс для підключення дисплея
Графічний процесор	Chrom-ART графічний прискорювач™
Таймери	22х таймера і сторожових таймера
UART	4х порти (2 з керуванням передачею/прийомом)
Ethernet PHY	10/100 Mbps (доступний тільки через порт розширення)
Інтерфейс SD карти пам'яті	Інтерфейс SD карти пам'яті (доступний тільки через порт розширення)
Робочий діапазон температур	-40 °C to +85 °C
MKR Роз'єми	Для використання промислових MKR Шилдів
Роз'єми високої щільності	Два 80-контактні роз'єми для підключення периферійних плат і використання всієї вбудованої периферії
Інтерфейс камери	8-біт, з частотою до 80 МГц
АЦП	3× АЦП 16-біт (до 36 каналів до 3.6 MSPS)
ЦАП	2× 12-біт ЦАП (1 МГц)
USB-C	Host / Device, вихід DisplayPort, High / Full Speed USB, вихід напруги живлення



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд Arduino GSM / GPRS/ GNSS/ Bluetooth HAT

Отже, описані в даному пункті бакалаврської роботи апаратні компоненти складають базис цифрових вторинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, що задовольняють основним вимогам до розроблюваного пристрою.

2.4 Висновки

У даному розділі роботи проведено дослідження з обґрунтування апаратних компонент і функціонального забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, а саме:

- розроблено структурну схему та узагальнений алгоритм роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- обґрунтовано вибір первинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- обґрунтовано вибір цифрових вторинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОДУ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

3.1 Розрахунок параметрів аналогових компонент електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту

У даному пункті бакалаврської роботи виконано розрахунок задавального генератора, який є пристроєм керування для акустичного сенсора рівня палива в баку транспортного засобу.

Генератор задавальних імпульсів (автогенератор) є одним із найбільш важливих функціональних блоків аналогової частини розроблюваного електронного пристрою. У теперішній практиці найчастіше використовуються автоколивальні генератори на польових і біполярних транзисторах. Найтиповішою схемною реалізацією є схеми типу «ємнісна триточка» та «індуктивної триточка». На рисунку 3.1 наведено використану в роботі схемну реалізацію генератора та її еквівалентну схему заміщення, що використана під час розрахунку [15, 16].

Еквівалентна схема заміщення задавального генератора на високих частотах показана на рисунку 3.1,б. Для того, щоб автогенератор генерував незгасаючі коливання необхідними до виконання є дві наступні умови, які наведено нижче:

$$\begin{cases} K_y * K_{oc} = 1 - \text{баланс амплитуд;} \\ \varphi_{\delta} = \varphi_{\kappa} - \text{баланс фаз,} \end{cases}$$

де K_n , $K_{зз}$ – коефіцієнт підсилення транзистора задавального генератора та коефіцієнт підсилення зворотного зв'язку, відповідно; φ_{δ} , φ_{κ} – початкові фази коливань на високій частоті в ланцюгу бази транзистора та у коливальній

системі автогенератора.

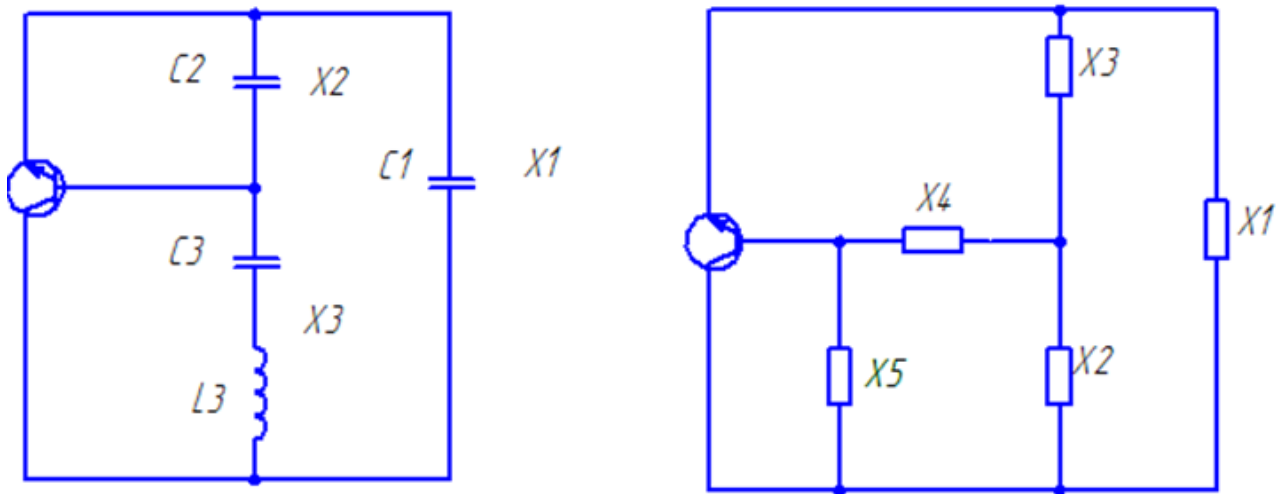


Рисунок 3.1 – Принципові схеми автогенератора Клаппа (а) та його еквівалентна схема заміщення (б).

Далі необхідно встановити функціональне призначення радіоелектронних компонентів схеми, яку наведено на рисунку 3.2. Режим роботи транзистора VT_1 за постійним струмом забезпечується за рахунок використання резисторів R_1 – R_4 . Причому резистивний ділник напруги R_1 – R_2 дозволяє забезпечити знаходження робочої точки транзистора VT_1 у середній частині відповідної вольт-амперної характеристики транзистора. Такий підхід забезпечує функціонування автогенератора у, так званому «м'якому режимі», без відсічення напруги на початку роботи автогенератора. У якості навантаження транзистора VT_1 виступає послідовно включений ланцюг на елементах R_3 – $L_{др}$ та паралельно ввімкненим коливальним контуром L_k , C_1 , C_2 і C_3 . Напруга позитивного зворотного зв'язку знімається з конденсатора C_2 відносно спільного підключеного елемента живлення. Транзистор у даній схемі VT_1 включений за схемою зі спільним емітером.

Виконаємо розрахунок частотної характеристики коливальної системи автогенератора. З метою досягнення значної стабільності частоти автогенератора параметри конструкції котушки L_k обираються таким чином,

щоб її добротність Q_{xx} знаходилась у межах від 100 до 300. Найбільше значення добротності забезпечується у режимі холостого ходу, коли $R_{\text{н}}=\infty$, а також як можна меншою величиною опору колекторного переходу транзистора VT_1 у складі коливального контуру. Допустимо, що параметр $Q_{xx}=300$ та $L_k=0,5$ мГн. У такому випадку сумарна ємність коливальні системи автогенератора може бути визначена за формулою:

$$f_k = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_k \cdot C_{\Sigma}}},$$

де $f_k=141$ МГц.

Отже, з даної формули $C_{\Sigma}=3$ пФ.

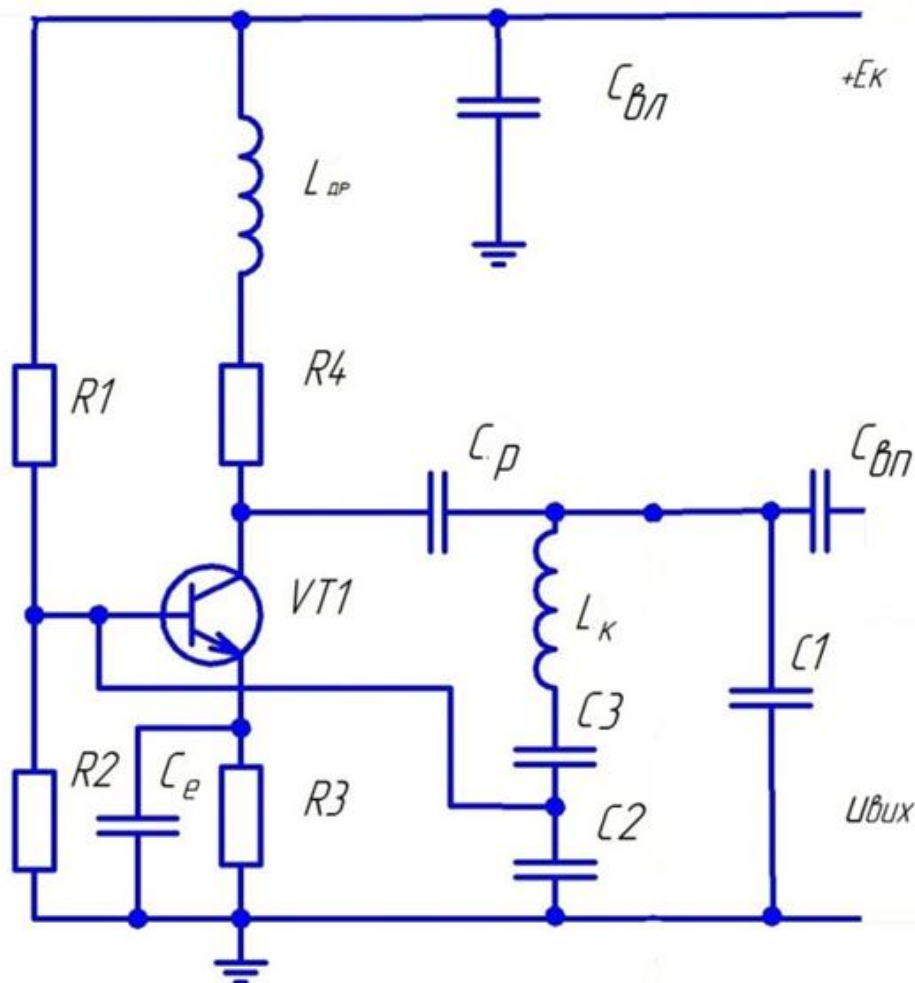


Рисунок 3.2 – Принципова електрична схема автогенератора

Введемо припущення, що параметр $C_{ce}=3,3$ пФ, а вхідна ємність послідовно ввімкненого транзистора становить 8 пФ, то отримуємо, що: Тоді

$$C'_{ce} = \frac{3,3 \cdot 8}{3 + 8} = 2,5 \text{ пФ.}$$

Оберемо значення ємності конденсатора $C_1=1$ пФ, тоді отримуємо:

$$C'_1 = C_1 + C'_{ce} = 3,5 \text{ пФ.}$$

Сумарна ємність контуру може бути обчислена за наступною формулою [7]:

$$\frac{1}{C_\Sigma} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C'_1}.$$

Увівши припущення, що ємність конденсатора $C_2=200$ пФ, то може бути знайдена величина C_3 .

Наступним кроком є знаходження значення коефіцієнта включення коливального контуру до колекторного ланцюга транзистора VT_1 за формулою [18]:

$$\rho = \frac{C_\Sigma}{C'_1} = \frac{3 \cdot 10^{-12}}{3,5 \cdot 10^{-12}} = 0,91.$$

На підставі виконаних вище розрахунків може бути встановлений коефіцієнт зворотного зв'язку автогенератора за формулою:

$$K_{oc} = \frac{C'_1}{C_2} = \frac{3,5 \cdot 10^{-12}}{200 \cdot 10^{-12}} = 0,019.$$

З обліком обов'язкової умови балансу амплітуд може бути знайдене

необхідне значення коефіцієнта підсилення біполярного транзистора VT_1 за напругою:

$$K_{II} = \frac{1}{K_{III}} = \frac{1}{0,019} = 59,5.$$

Далі може бути визначений параметр характеристичного опору коливального контуру за формулою:

$$\rho = 2\pi \cdot f_k \cdot L = \frac{1}{2\pi \cdot f_k \cdot C_\Sigma}.$$

На підставі вищенаведеної формули встановлено, що опір дорівнює:
 $\rho = 443 \text{ Ом}.$

Отже, еквівалентний опір коливального контура під навантаженням дорівнює:

$$R_{EH} = p^2 \cdot \rho \cdot Q_{XX} = 117 \text{ кОм}.$$

На підставі обліку значення вихідного опору транзистора VT_1 , що дорівнює 2 кОм та вхідного опору датчика рівня, що є навантаженням для генератора та дорівнює 500 Ом, отримуємо:

$$\frac{1}{R'_{EH}} = \frac{1}{R_{ВІХ}} + \frac{1}{R_{BX}} + \frac{1}{R_{EH}} = \frac{1}{399}.$$

Останнім етапом розрахунків параметрів автогенератора є визначення коефіцієнта передачі сигналу з виходу автогенератора до входу наступного каскаду (ємнісний сенсор), як показано на рисунку 3.3.

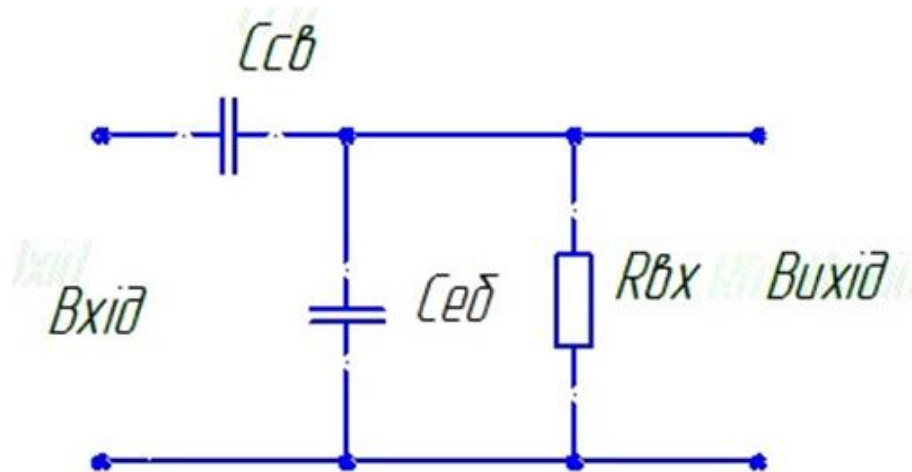


Рисунок 3.3 – Принципова еквівалентна схема для встановлення коефіцієнта зв'язку автогенератора з наступним каскадом

Отже, коефіцієнт передачі встановлено на підставі наступного співвідношення:

$$K = \frac{\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{EB}} \cdot R_{BX}}{\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{EB}} + R_{BX}} \cdot \left[\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{EB}} + \frac{\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{EB}} \cdot R_{BX}}{\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_{EB}} + R_{BX}} \right] = 0,279.$$

Таким чином, проведені у даному пункті розрахунки дозволили обґрунтувати параметри схеми аналогового блоку керування акустичним сенсором рівня палива в баку.

3.2 Програмна компонента обміну даними щодо вимірювального контролю руху пасажирського транспорту

Розроблена програмна компонента електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту складається з двох основних частин. Перша

частина реалізує мережевий Інтернет обмін результатами моніторингу з використанням GPRS-технології та, описаних у п. 2.3 «Обґрунтування цифрових вторинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту» компонент.

Розроблений скетч програми, який відправляє SMS-повідомлення з рівнем палива в баку кожні 30 хвилин, із використанням принципу програмування AT-команд наведений на рисунку 3.4.

sketch_may08a §

```
#include <SoftwareSerial.h>
#define PHONE "+38050XXXXXXX"
SoftwareSerial Sim900Serial(2, 3);
unsigned long millis1;
void setup()
{
  Sim900Serial(19200);
}
void loop()
{
  if (millis()-millis1>30*60*1000)
  {
    SendTextMessage();
    millis1=millis();
  }
}
void SendTextMessage()
{
  Sim900Serial.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  Sim900Serial.println("AT + CMGS = \"");
  Sim900Serial.println(PHONE);
  Sim900Serial.println("\");
  delay(100);
  double val = analogRead(A0);
  double voltage = val*5.0/1024;
  double temp = voltage*200 -300;
  Sim900Serial.println(temp);
  delay(100);
  Sim900Serial.println((char)26);
  delay(100);
  Sim900Serial.println();
}
```

Рисунок 3.4 – Скетч відправки повідомлень про рівень палива

Таким чином, даний програмний код може бути використаний під час інтеграції програмних засобів до бюджетних електронних пристроїв контролю руху пасажирського транспорту на основі мікроконтролерних платформ Arduino.

Друга частина програмного забезпечення стосується розробки інтерфейсу візуалізації результатів контролю руху пасажирського транспорту, яку було реалізовано з використанням відомих інтерфейсів на мові програмування Java, як показано на рисунку 3.5.

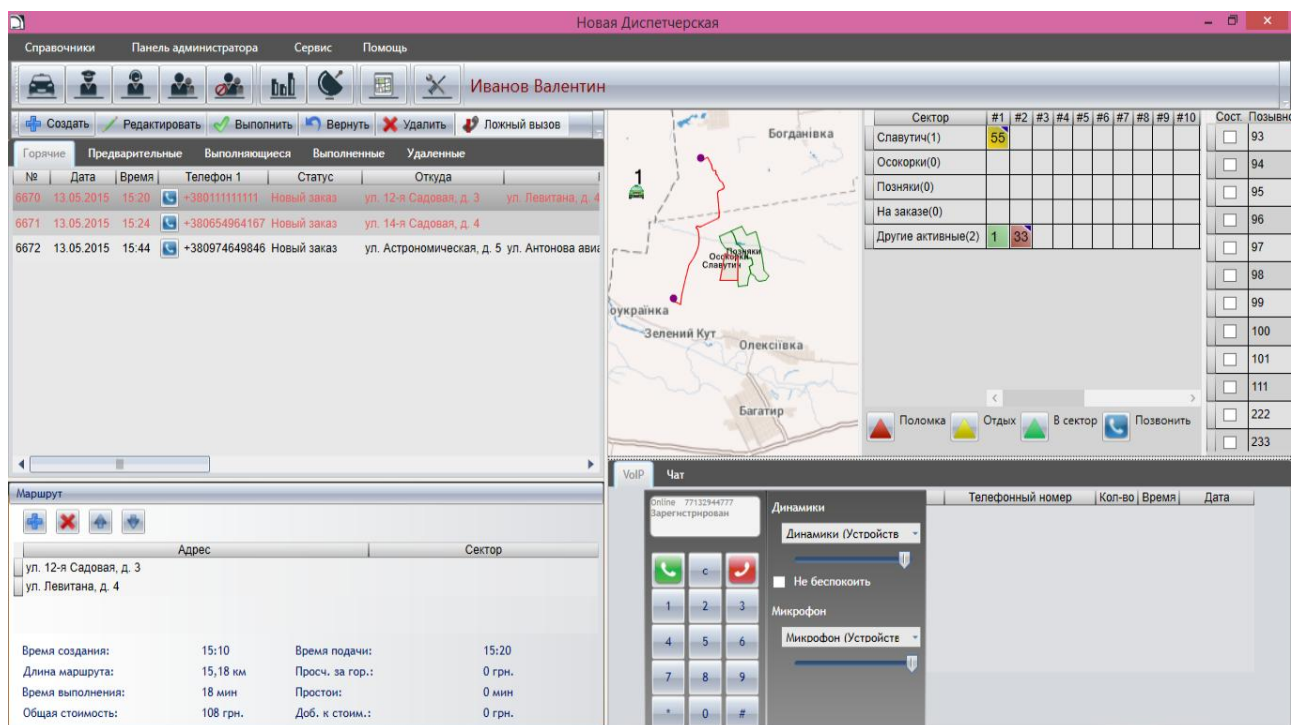


Рисунок 3.5 – Базовий Web-інтерфейс, який використано в якості основного під час розробки програмної компоненти досліджуваного електронного пристрою

Інтеграція подібних ресурсів дозволяє візуалізувати в режимі реального часу місце знаходження конкретного транспортного засобу на ресурсі Google Maps, як показано на рисунку 3.6.

Такий підхід дозволяє адаптувати та оптимізувати роботу персоналу, який виконує диспетчеризацію транспортних засобів в умовах підприємств різної форми власності.

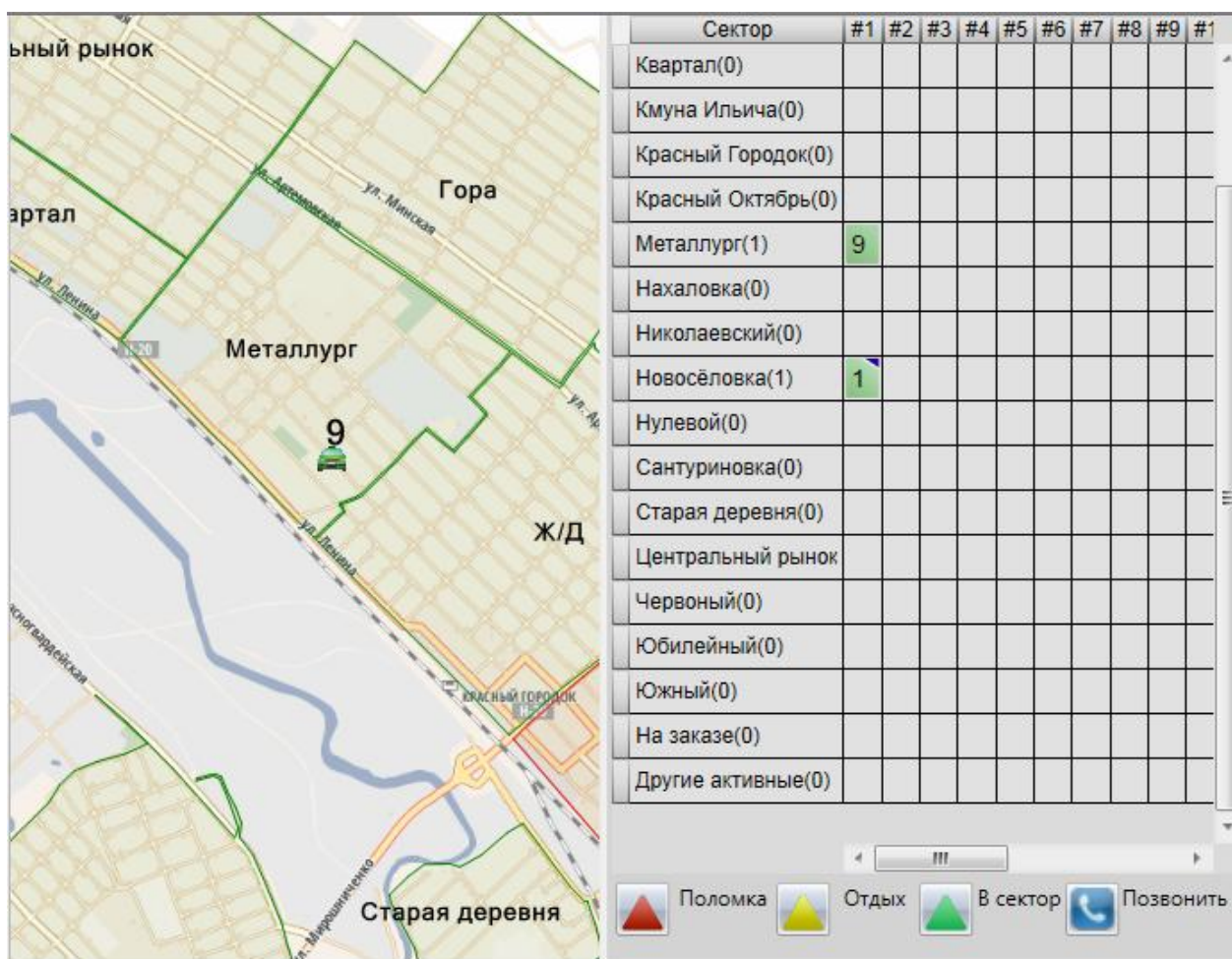


Рисунок 3.6 – Вікно візуалізації кількості одиниць транспортної техніки з прив'язкою до місця знаходження

Таким чином, розроблене програмне забезпечення дозволяє на центральному екрані диспетчера одночасно виводити на індикацію всі елементи транспортної системи, а саме:

- піктографічне зображення транспортних засобів, які перебувають на маршруті;
- зображення карти з усіма об'єктами;
- зображення напрямків маршрутів.

Основними перевагами від розробки такого електронного пристрою мають бути:

- покращення якості обслуговування через забезпечення регулярності руху;
- оптимізація простоїв транспорту;

- зменшення інтервалів на маршрутах у години пік;
- збільшення показника безпеки перевезень;
- покращення показника інформованості населення щодо розкладів роботи транспорту;
- реалізація централізованого моніторингу періодів та швидкості проходження транспортного маршруту.

3.3 Висновки

У наведеному розділі бакалаврської роботи виконано дослідження на предмет розрахунку параметрів і розробки програмного коду електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, а саме:

- оцінено параметри аналогових компонент електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- синтезовано програмну компоненту обміну даними щодо вимірювального контролю руху пасажирського транспорту.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У представленій кваліфікаційній роботі бакалавра була досягнута основна ціль, яка полягала в розробці та дослідженні апаратних засобів і програмних компонент побудови електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, що задовольнятиме вимогам підприємств малого й середнього бізнесу.

Основні результати роботи полягають у наступному:

1. У першому розділі бакалаврської роботи був проведений критичний аналіз та надана узагальнена характеристика актуального стану розробок в галузі електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту, а саме:

- загальний опис сучасного стану та тенденцій розвитку електронних пристроїв і систем контролю руху пасажирського транспорту;
- аналіз апаратних і програмних засобів контролю руху пасажирського транспорту;
- постановка задачі на розробку електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

2. У другому розділі роботи проведені дослідження з обґрунтування апаратних компонент і функціонального забезпечення електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, а саме:

- розроблено структурну схему та узагальнений алгоритм роботи електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- обґрунтовано вибір первинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- обґрунтовано вибір цифрових вторинних перетворювачів електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

3. У третьому розділі бакалаврської роботи виконано дослідження на предмет розрахунку параметрів і розробки програмного коду електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту, а саме:

- оцінено параметри аналогових компонент електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту;
- синтезовано програмну компоненту обміну даними щодо вимірювального контролю руху пасажирського транспорту.

Таким чином, отримані результати дозволяють стверджувати про закінченість досліджень щодо розробки електронного пристрою контролю руху пасажирського транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системний аналіз та управління рухомими об'єктами. Проблемы современного транспорта. URL: <https://dl.khadi.kharkov.ua/mod/book/view.php?id=18840> (дата звернення 16.04.2021).
2. TechPortl. Интеллектуальные транспортные системы. URL: <http://www.techportal.ru/review/security-on-transport/its/> (дата звернення 18.04.2021).
3. Тандем Авто. GPS-мониторинг транспорта. URL: <http://www.tandem-avto.com.ua/> (дата звернення 21.04.2021).
4. Датчик уровня топлива в баке: виды, функции, возможности. URL: <https://gpsmcard.ru/stati/datchik-urovnya-topлива-v-bake/> (дата звернення 25.04.2021).
5. Ультразвуковой датчик расстояния MICROSONAR UTP-2114. URL: https://remix.in.ua/p25440853-ultrazvukovoj-datchik-rasstoyaniya.html?source=merchant_center&gclid=Cj0KCQjwytoEBhD5ARIsANnRjVgIDn-JJnihMexTMT-RQgPT7UtCUtJOQuHBQoVXOvg1VRShDpTwrkwaAj4bEALw_wcB (дата звернення 27.04.2021).
6. GPS трекер в виде реле. URL: <https://gpsm.ua/gps-treker-v-vide-rele-smart-relay/> (дата звернення 29.04.2021).
7. Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е., Попов С.М. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Изд. МИИГАиК, 2008. – 145 с.
8. Спутниковая навигация: основные принципы работы. Проблемы и методы их решения. URL: https://xn--j1ahb.xn--j1amh.ru/articles/GPS_GLONASS_AGPS_RTK/ (дата звернення 30.04.2021).
9. Система ГЛОНАСС: что это и как работает. URL: <https://eraglonass.ru/sistema-glonass-cto-eto-i-kak-rabotaet/> (дата звернення 02.05.2021).
10. TRACE MODE – SCADA для телемеханики. URL:

<http://www.adastra.ru/products/overview/remotcontrol/> (дата звернення 05.05.2021).

11. Ультразвуковой датчик топлива. URL: <https://fixon.com.ua/shop/datchiki-topлива/ultrazvukovoy-datchik-urovnya-topлива/> (дата звернення 03.05.2021).

12. Автомобильный GPS трекер Magnum MT-500S. URL: <https://130.com.ua/product/magnum-mt-500s/> (дата звернення 14.05.2021).

13. Arduino Portenta H7. URL: <https://arduino.ua/prod4480-arduino-portenta-h7-abx00042> (дата звернення 21.05.2021).

14. Комунікаційний GSM / GPRS / GNSS / Bluetooth HAT шилд для Raspberry Pi від Waveshare. URL: <https://arduino.ua/prod2537-kommunikacionnii-gsmgprsgnssbluetooth-hat-shild-dlya-raspberry-pi> (дата звернення 22.05.2021).

15. Шахчильдян В.В. Проектирование радиопередатчиков: учебное пособие для студентов ВУЗов / под ред. В.В Шахчильдян. – М.: Радио и связь, 2000. – 656 с.

16. Фриск В.В., Логвинов В.В. Основы теории цепей, основы схемотехники, радиоприемные устройства. Лабораторный практикум на персональном компьютере / В.В. Фриск, В.В. Логвинов. – М.: СОЛОН - ПРЕСС, 2008. – 608 с.

17. Сенько, В.Ф. Теорія електричних кіл: навч. посіб. / В.Ф. Сенько, О.В. Вовна, І.С. Лактіонов. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2017. – 254 с.

18. Сканирующие приемники. URL: <https://studfile.net/preview/4170598/page:6/> (дата звернення 07.06.2021).

ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві

До приміщення науково-дослідного відділу й організації робочого місця з обліком шкідливих виробничих факторів пред'являється ряд вимог. Приміщення в якому знаходиться робоче місце з ПК повинно мати природне освітлення, бажано з одnobічним розміщенням світопрорізів, площа осклянілості яких не повинна перевищувати 25 % від площі стіни світопрорізами. Віконні прорізи в приміщенні з ПК повинні мати регульовані жалюзі чи занавеси або інші сонцезахисні пристрої. Не допускається розташування робочих місць із ПК у підвальних і цокольних поверхах. Робочі місця з ПК рекомендується розміщати в окремих приміщеннях. Площа на одного працюючого з ПК повинна складати 6 м^2 , об'єм – 20 м^3 . Неприпустиме розташування ПК, при якому працюючий звернений обличчям, або спиною до вікон чи кімнати задньої частини ПК, у яку монтуються вентилятори.

Забороняється застосовувати для обробки інтер'єра приміщень із ПК полімерні матеріали (дерев'яностружечні плити, шпалери що миються, плівкові та рулоні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик та ін.), що виділяються в повітря шкідливі хімічні речовини, що перевищують гранично допустимі концентрації, не включені в «Перелік дозволених , МЗ» 1977-1985 р.

В лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідної роботи робочі місця з ПК розташовані від стіни з вікнами на відстані 1 м, відстань між столами складає 3 м. Екрани відеомоніторів ПК знаходяться від очей користувача на відстані 700 мм відповідно до СН 512-78, приміщення ($S=21 \text{ м}^2$, $V=73,5 \text{ м}^3$) дозволяє розташовувати більше 3 робочих місця.

Робочі місця в положенні сидячі відповідають вимогам ДСТ 12.2.032 – 78 та ДСТ 12.2.029 – 77. Поверхня робочого столу знаходиться на висоті 0,75 метрів від підлоги, розміри робочої поверхні стільниці складають 1050x590 міліметрів, розміри вільного простору для ніг під столом складає висота 650, глибина 550, ширина 450 міліметрів відповідно. Робочий стілець оснащений

підйомно-поворотнім пристроєм, що забезпечує регуляцію висоти сидіння і спинки, пневматичним і гідравлічними амортизаторами та обладнанні підлокітниками.

А.1 Мікроклімат робочого місця

У приміщенні науково-дослідного відділу є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідні умови його вентилювання. Витрату повітря в приміщенні з додатковим тепловиділенням визначаємо за формулою:

$$L = \frac{Q_{НАД}}{c \cdot p \cdot (t_B - t_H)}, \quad (A.1)$$

де $Q_{НАД}$ – надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.; c – теплоємність повітря (0,237 ккал/кг); p – обсягова вага повітря (1,226 кг/м³); t_B – температура витяжного повітря (30°C); t_H – температура приточного повітря (20°C).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за наступною формулою:

$$Q_{НАД} = Q_{УСТ} + Q_{ПЕР} + Q_{ОСВ} + Q_{СР}, \quad (A.2)$$

де $Q_{УСТ}$ – виділення тепла від устаткування; $Q_{ПЕР}$ – виділення тепла робітниками; $Q_{ОСВ}$ – надходження тепла від електричного освітлення; $Q_{СР}$ – надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування за формулою:

$$Q_{УСТ} = P \cdot K_a \cdot K_{\theta} \cdot 860, \quad (A.3)$$

де P – сумарна потужність устаткування, кВт/год; K_a – коефіцієнт установленної потужності (0,95); K_o – коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$\begin{aligned} Q_{уст} &= [x_1 \cdot k_1 + x_2 \cdot k_2 + x_3 \cdot k_3 + x_4 \cdot k_4 + x_5 \cdot k_5 + x_6 \cdot k_6 + x_7 \cdot k_7 + \\ &+ x_8 \cdot k_8 + x_9 \cdot k_9] \cdot K_a \cdot K_o \cdot 860 = \\ &= [1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,07 + 2 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,06 + 1 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,15 + \\ &+ 1 \cdot 3,5] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 5131 \text{ ккал/год.} \end{aligned}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою наступної формули:

$$Q_{пер} = n \cdot g = 2 \cdot 100 = 200 \text{ ккал/год,} \quad (\text{A.4})$$

де n – кількість працюючих; g – кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.).

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення за формулою:

$$Q_{осв} = E_M \cdot g_1 \cdot S = 300 \cdot 0,05 \cdot 21 = 315 \text{ ккал/год,} \quad (\text{A.5})$$

де E_M – нормована освітленість для цієї зорової роботи, величина якої дорівнює 300 лк; g_1 – питоме тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для / люмінесцентних ламп – 0,05 ккал/год.) S – площа приміщення, м².

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна за наступною формулою:

$$Q_{сп} = F \cdot g_2 \cdot K_{осл} = 7,5 \cdot 65 \cdot 0,4 = 195 \text{ ккал/год,} \quad (\text{A.6})$$

де F – площа віконних прорізів ($3 \times 2,5 = 7,5 \text{ м}^2$); g_2 – кількість тепла, що надходить через 1 м^2 віконного прорізу (65 ккал/год.); $K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення, приймаємо $0,4$.

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{НАД} = Q_{УСТ} + Q_{ПЕР} + Q_{ОСВ} + Q_{СР} = 5131 + 200 + 315 + 195 = 5841 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{Q_{НАД}}{c \cdot p \cdot (t_B - t_H)} = \frac{5848}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (30 - 20)} = 2010 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Існуюча в наявності система кондиціонування та вентилявання має продуктивність $2200 \text{ куб. м./годину}$, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДНАОП 0.03.3.15 – 86 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень № 4088–86». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря та відносна вологість у холодні періоди року повинна складати $(22 - 24)$ градуса за Цельсієм, $0,1$ метра в секунду та $40-60 \%$ відповідно. При збереженні всім параметрів можливе коливання температури від 21 до 25 градусів Цельсія. У теплі періоди року температура повітря повинна складати $(23 - 25)$ градусів Цельсія, рухливість повітря $(0,1 - 0,2)$ метрів секунду, вологість $(40 - 60) \%$. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним даним приміщення лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідним відділом.

А.2.2 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для приміщення, в якому використовуються зорові роботи

високої точності

Розміри приміщення: довжина ($a=6$ м), ширина ($b=3,5$ м), висота ($h=3,5$ м). Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $P_{стелі} = 70 \%$, $P_{стін} = 50 \%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвищуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,4$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E=200$ лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_c = 3,5 - 0,4 = 3,1 \text{ м.}$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНІП П-4-79 повинна бути у межах (2,5 – 4,0) м, залежно від характеристики світильника. В лабораторії виміральної техніки та науково-дослідному відділу відповідає цій вимозі.

2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 3,1 - 0,4 = 2,7 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) та висоти їх підвісу (h).

3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками

$$L = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 2,7 = 1,9 \text{ м.}$$

4) Розрахуємо необхідну кількість світильників

$$N = \frac{a \cdot b}{L^2} = \frac{6 \cdot 3,5}{2^2} = 6.$$

Приймаємо 6 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 3 штуки.

5) Світловий потік лампи світильника (Φ_L) визначається за формулою:

$$\Phi_L = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

де E – нормативна освітленість, лк; K_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; S – площа приміщення, що освітлюється, м²; Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розширювання (1,15); N – кількість світильників; n – кількість ламп у світильнику; η – коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6 \cdot 3,5}{3,5 \cdot (6 + 3,5)} = 2,21.$$

Коефіцієнт використання $\eta = 0,48$ для світильника УПМ-15 (при $i = 2,5$, $P_{стелі} = 70\%$, $P_{стін} = 50\%$). Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi_L = \frac{E \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 21 \cdot 1,15}{6 \cdot 1 \cdot 0,48} = 1677 \text{ лм.}$$