

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної
та транспортної інфраструктури

Кафедра електричного транспорту

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ЗБОРУ ДАНИХ З РУХОМОГО СКЛАДУ
МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Здобувачка:
Яна КОЦАРЬ
гр. СТ 2023-1у

Керівник:
Надія Кульбашна
доц., к.т.н.

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені О. М. Бекетова

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної
інфраструктури

Кафедра електричного транспорту

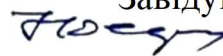
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕТ

 М. В. Хворост

« ____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Коцарь Яна Олегівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Вдосконалення засобів збору даних з рухомого складу міського електротранспорту»

керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи Кульбашна Надія Іванівна, к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету №440-03 від 22.05.2026

2. Строк подання студентом роботи 15.06.26

3. Вихідні дані до роботи: 1. Патентні дані. 2. Склад бортового вимірювального обладнання рухомого складу.

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

1. Аналіз засобів оснащення рухомого складу. 1.1 Розвиток сучасних інфокомунікаційних бортових пристроїв. 1.2 Можливості запропонованого бортового пристрою.








2. Вибір алгоритмів збору інформації з рухомого складу. 2.1 Сучасні супутникові системи для організації диспетчерського керування. 2.2 Вибір технологій для вимірювання пасажиропотоків. 2.3 Методи контролю функціонального стану водія рухомого складу.

3. Технології для визначення і розрахунку пасажиропотоків. 3.1 Впровадження способу підрахунку пасажиропотоку на рухомому складі. 3.2 Встановлення кількості пасажирів що залишилися на зупиночному пункті. 3.3 Вибір способу оцінки функціонального стану водія. 3.4 Розрахунок параметрів відео-спостереження.

4. Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Титульний лист. 2. Склад графічного матеріалу. 3. Оснащення рухомого складу виробниками інформаційних технологій. 4. Мета та завдання роботи. 5. Будова телематичної системи тролейбуса. 6. Засоби моніторингу. рухомого складу. 7. Система підрахунку пасажирів, які входять до салону. 8. Схема установки CAN с трьома давачами-камерами. 9. Система визначення кількості пасажирів, які залишаються на зупиночному пункті. 10. Схема моніторингу функціонального стану водія тролейбуса. 11. Висновки

6. Консультанти розділів бакалаврської кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	доц. Кульбашна Н. І.		
Охорона праці та БНС	доц. Мороз М. О.		
Антиплагіат	інж. Левченко В. В.		
Нормоконтроль	доц. Шавкун В. М.		

7. Дата видачі завдання 4.04.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
1	Огляд засобів оснащення рухомого складу для	до 19.04.26	
2	Метод підрахунку пасажирів під час входу	до 25.04.26	
3	Метод встановлення кількості пасажирів, що залишилися на зупиночному пункті.	до 28. 05.26	
4	Метод моніторингу стану водія рухомого складу	до 3. 06.26	
4.	Розробка заходів з охорони праці	до 7. 06.26	
6.	Оформлення паперового та електронного	до 12. 06.26	
7.	Підготовка доповіді та презентації	до 15. 06.26	

Здобувач

(підпис)

Яна КОЦАРЬ

(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Надія КУЛЬБАШНА

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У першому розділі виконано огляд засобів оснащення рухомого складу для моніторингу виконуваних операцій і процесів на підставі розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних бортових пристроїв і облаштування різних рівнів моніторингу.

У другому розділі для прийняття технічних рішень розглянуті засоби передачі інформації до центрального диспетчерського пункту, технології визначення величини пасажиропотоків і стану водія на підставі автоматизованих засобів.

У третьому розділі запропоновано використовувати метод підрахунку кількості пасажирів у рухомому складі за допомогою сучасних камер, метод встановлення кількості пасажирів, що залишаються на зупиночному пункті після відправлення рухомого складу та спосіб моніторингу стану водія.

У розділі «Охорона праці» пропонуються організаційні і технічні заходи з метою гарантування безпечних і нешкідливих умов праці технічного персоналу тролейбусного депо.

Пояснювальна записка містить 52 аркуша, 8 формул, 24 використаних джерела. Презентація складається з 12 слайдів.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ.....	8
1.1 Стан і проблеми впровадження сучасних інформаційно- комунікаційних бортових пристроїв.....	8
1.2 Архітектура і розділення функцій в системі.....	9
2 ВИБІР АЛГОРИТМІВ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ З РУХОМОГО СКЛАДУ.....	14
2.1 Сучасні супутникові системи для організації диспетчерського керування пасажирським транспортом.....	14
2.2 Вибір технологій для вимірювання пасажиропотоків.....	17
2.3 Методи контролю функціонального стану водія рухомого складу.....	21
3 ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ І РОЗРАХУНКУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ	23
3.1 Впровадження способу підрахунку пасажиропотоку на рухомому складі.....	23
3.2 Встановлення кількості пасажирів, що залишилися на зупиночному пункті після відправлення рухомого складу.....	29
3.3 Вибір способу оцінки функціонального стану водія.....	33
3.4 Розрахунок параметрів відео-спостереження.....	36
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	40
4.1 Вступ.....	40
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	41
4.3 Організаційно-технічні заходи з забезпечення безпеки.....	42
4.4 Висновки за розділом 4.....	47
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

ВСТУП

Інформаційні технології є невід'ємною частиною сучасного розвитку інтелектуальних систем функціонування міського електричного транспорту. Розвиток новітніх технологій неминує потребує становлення нових вимог до бортових пристроїв цих транспортних засобів із застосуванням сучасних принципів його проектування [1].

Розроблення і впровадження бортових вимірювальних і інформаційних пристроїв має базуватися на системному і стратегічному аспектах. Щоб цей напрямок планомірного і цілеспрямованого впроваджувався, потребується розроблення нормативної документації, які на сьогодні ще не в повному обсязі розвинуті у галузі і в транспортних організаціях.

Сьогодення характеризується зростанням багатогранності і складності інформаційно-комунікаційних технологій. Впровадження бортового обладнання реально проявляється в таких тенденціях: мобільності передачі і отримання даних, значному підвищенні інформаційних зав'язків між бортовими пристроями транспортних засобів і інформаційними системами, пов'язуючи державні і комерційні організації, перевізників і пасажирів. В умовах інтенсивного впровадження і різноманіття обладнання потрібно, щоб воно відповідало зростаючим вимогам техніки [2].

Сучасний рівень в сфері розроблення інформаційно-комунікаційних бортових пристроїв демонструє низку значних недоробок, не дивлячись на поширення і певні досягнення. Виробники транспортних засобів, намагаючись впроваджувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології, стикаються з проблемою відповідних вимог і технічних умов експлуатації рухомого складу.

Виробники бортового обладнання створюють несумісні зразки обладнання, призначеного для вирішення вузьких і конкретних завдань. Це іноді супроводжується надлишком встановленого на борту обладнання, надмірного споживання електроенергії, падінням надійністю і підвищенням вартістю експлуатації.

Сучасне обладнання має бути таким, щоб воно могло швидко інтегруватися в систему керування рухомого складу, не заважало виконувати функції і процеси і доводило доцільність його використання.

Тому метою цієї бакалаврської кваліфікаційної роботи є впровадження сучасних засобів для збору даних з рухомого складу, що підвищить ефективність його експлуатації і забезпечить доцільне планування роботи.

Для досягнення мети запропоновано вирішити завдання:

1. Проаналізувати існуючі пристрої для збору даних на сучасному рухомому складі і запропонувати варіант для їхнього використання.
2. Запропонувати систему для автоматизованого підрахунку пасажирів у салоні рухомого складу і на зупиночному пункті.
3. Розробити бортову систему моніторингу для оцінки стану водія.
4. Розробити заходи з охорони праці.

1 ОГЛЯД СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

1.1 Стан і проблеми впровадження сучасних інформаційно- комунікаційних бортових пристроїв

Забезпечення безпеки і комфорту пасажирських перевезень залишається і на цей час завданням держави. Для громадського транспорту вводяться обов'язкові вимоги щодо установки різновидів обладнання та інформаційних систем. Помітно збільшується і кількість апаратних засобів, що приходиться на одиницю транспорту, що спонукає до вирішення глобального завдання – раціонально об'єднати різне бортове обладнання рухомого складу.

Різні компанії, наприклад «Євромобайл» відкрили новий напрямок – інтеграція телекомунікаційного та IoT-обладнання до бортового використання на громадському транспорті [4].

Євромобайл є компанією з 20-річним досвідом на ринку телекомунікаційного та IoT-обладнання, є офіційним дистриб'ютором провідних світових брендів, постачає обладнання безпосередньо від виробників і забезпечує технічну професійну підтримку та підбір рішень для потреб клієнтів. Наприклад, центральний бортовий комп'ютер (ЦБК), який об'єднує до єдиного інтерфейсу функції керування, діагностики, моніторингу та налаштування усіх підсистем бортового обладнання.

Компанія застосовує обов'язкову сертифікацію систем відеобезпеки для всіх видів міського громадського транспорту: автобусів, тролейбусів, трамваїв і поїздів (приміського та міжміського сполучення).

Модернізація засобами моніторингу рухомого складу має відповідати новим вимогам сумісності апаратних засобів один до одного, що є іноді складним завданням. Нові нормативи диктують правила встановлення і набору додаткового обладнання та підсистем, які мають бути інтегровані на транспортному засобі в обов'язковому порядку. Кожна підсистема має

накопичувати статистичні дані за відмовами і зводити інформацію до єдиного інтерфейсу, що досить важко забезпечити. Щорічно зростають і витрати на зв'язок: на одному рухомому складі для забезпечення підключення обладнання може бути застосовано до п'яти SIM-карт [8].

Враховуючи такі проблеми, компанії створюють рішення, які забезпечують збирання і оброблення всіх параметрів транспортного засобу для подальшого аналізування і передачі до серверу. ЦБК об'єднує різні обладнання та системи у єдине ціле, що уможливорює в режимі одного вікна керувати і взаємодіяти з усіма підсистемами громадського транспорту.

До завдань, які вирішує центральний бортовий комп'ютер належать [4]:

- підвищення ефективного функціонування систем транспортного засобу;
- зручність і простота взаємодії водія з цими системами;
- зниження тривалості простоїв, викликані виникненням несправностей підсистем обладнання;
- створення комплексного представлення працездатності бортового обладнання.

Однак в роботі новітніх технологій є і неузгодженості і труднощі. Обслуговування різних систем виконують різні організації, що іноді викликає певні незручності. Наприклад, це виражається в неузгодженості дій сервісних компаній, розбіжності протоколів передачі даних, встановлення програмних продуктів різних версій, перманентні системні помилки, неможливість віддаленої діагностики усього комплексу бортового обладнання, різні гарантійні зобов'язання, - все це призводить до додаткових накладних витрат і затягування термінів ремонту.

1.2 Архітектура і розділення функцій в системі

Застосування центрального бортового комп'ютеру демонструє певні переваги. До центрального бортового комп'ютера можна підключити різнотипові датчики, системи допомоги водію, мультимедіа, онлайн-каси,

системи сплати за проїзд та валідатори. Крім цього, різні компанії-розробники намагаються інтегрувати до шини передачі даних, що забезпечує моніторинг функціонування вузлів транспортного засобу, і систему моніторингу стану водія (рис. 1.1) [1].

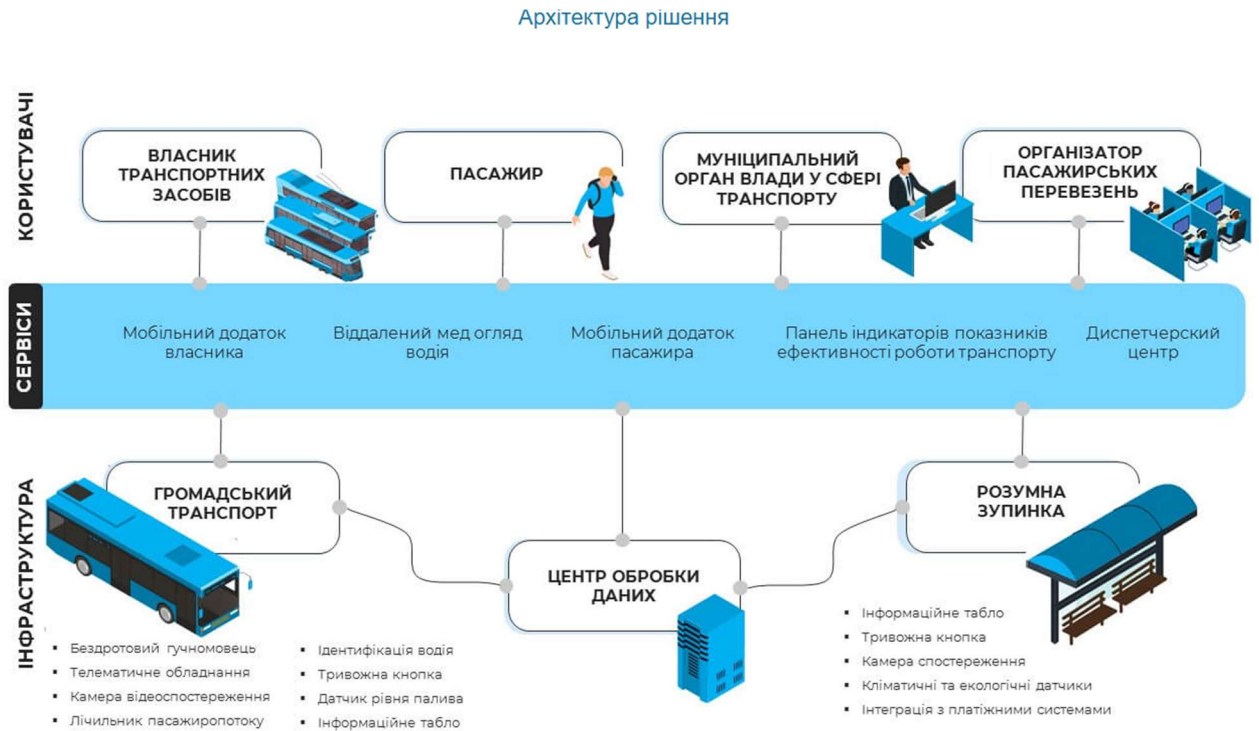


Рисунок 1.1 – Архітектурне рішення взаємодії в системі моніторингу даних

В єдиному інтерфейсі центрального бортового комп'ютера в режимі онлайн є можливість керувати інформаційним табло і голосовим сповіщенням, створювати взаємодію з охоронним відеоспостереженням, системою допомоги водієві, мультимедійним сервісом і доступом до інтернету.

ЦБК забезпечує взаємодію моніторингових систем із системами звітності. Наприклад, звітність виходу рухомого складу на рейс з позначенням працездатності обладнання та поточний он-лайн моніторинг транспортних засобів з відображенням картографічного розташування.

Архітектура телеметричної системи складається з чотирьох рівнів інтеграції [1]:

- 1) рівень автоматизованих робочих місць;
- 2) рівень серверного програмного забезпечення;

3) рівень компонентів програмного забезпечення у центральному бортовому комп'ютері;

4) рівень підсистем обладнання на борту транспортного засобу з ЦБК.

Сервері центрального бортового комп'ютера передбачає застосування трьох робочих ролей:

- водія;
- автоматизованого робочого місця інженера;
- автоматизованого робочого місця керуючої особи транспортного підприємства.

Інженер в змозі в режимі он-лайн моніторити і визначати стан підсистем, створювати налаштування конфігурації обладнання і його діагностику, виконувати завантаження даних до відповідних баз тощо.

Керуючій особі доступні завантаження моніторингу та різних звітів в базах даних, інформації щодо пасажиропотоків, за інтенсивністю, за рейсами, маршрутами, напрямками, районами, узагальненими картографіями.

Перспективною розробкою є те, що запропоноване програмне забезпечення розробляється на базі найзатребуваніших платформах. Головним протоколом для зв'язку для міських автоматизованих системам керування транспортними потоками є GPS-системи.

Схема підключення пересувного бортового обладнання на тролейбусі показана на слайді 5. Кожний елемент в цій схемі виконує окремі функції:

- модуль GPS-моніторингу передає інформацію про місце розташування рухомого складу до серверу депо і центрального диспетчерського пункту, а також до медіацентрів в салоні і на зупиночних пунктах;

- систем відеоспостереження фіксує усі події, що відбувається в салоні і дорожньому середовищі. Інформація записуються на зовнішній носій і передається до серверу, застосовуючи мережі ETHERNET або 5G/4G.

- система контролю живлення та тиску в пневматичній системі тролейбуса передає відповідну актуальну інформацію до водія і в відповідну базу депо.

- екстрена система реагування передає інформацію про місце перебування рухомого складу під час виникнення аварійної ситуації на маршруті;

- мовний автоматичний інформатор і медіацентр у салоні доводять інформацію пасажиром про рух по маршруту;

- лічильники обліку витрат електроенергії дають змогу визначити споживану енергію на маршруті і встановлення недотримання раціонального способу водіння, порівнюючи з еталонними режимами руху;

- тахограф визначає, в які періоди водій працює або відпочиває, що є важливою інформацією для гарантування охорони його праці.

Як зазначено вище, для зручності керування всім обладнанням та розмежуванням зон відповідальності та рівня аналітики в центральному бортовому комп'ютері передбачені ролі: «водій», «інженер бортового обладнання» і «керуюча особа усім парком рухомого складу».

Роль «водій» дає змогу [4]:

- користуватися сервісами бортового обладнання;
- вести спостереження за відеокамерами;
- застосовувати системи доведення інформації пасажиром як автоматичному, так і в ручному режимах;

- проводити двосторонній зв'язок щодо надсилання екстрених повідомлень і отримання відповідних від диспетчера;

- застосовувати сервіс-навігацію;

- виводити дані від давачів пасажиропотоку.

На сенсорному дисплеї центрального бортового комп'ютера доступні кнопки керування системами, за якими виводяться на верхньому рядку дані руху за маршрутом, і відповідним підрахунком кількості пасажирів. Для зручності інформування водія відображається інтенсивність мобільного сигналу стільникового зв'язку, рівень доступності супутникової навігації.

Нижній рядок призначений для взаємодії інженерів з бортовим комп'ютером (рис. 1.2), де для моніторингу доступними є різні параметри.

Інженеру надається керування системами, що підключені до бортового комп'ютера, відеокамер, створювати їхнє перемикання, виводити різні сполучення камер, масштабувати їхнє зображення, збирати маршрутну інформацію.



Рисунок 1.2 – Бортовий комп'ютер BUSE BS300

Роль «інженер» допомагає прийняти рішення діагностики та налаштування бортового обладнання і надає доступ до [1]:

- налагодження бортового обладнання;
- єдиного вікна параметрів без перемикання між інтерфейсами;
- оновлення програмного забезпечення бортового комп'ютера та під'єднаних до нього пристроїв;
- формування актів щодо готовності рухомого складу виходу на лінію.

Інформація до інженерів потрапляє у вигляді таблиць, списків рухомого складу та графіків. Доступ до таких даних отримуються як віддалено, так і локально.

Роль «керуюча особа парком рухомого складу» призначена для формування звітів і виконання контролю за працездатністю всіх систем на рухомому складі. Наприклад, це можуть бути звіти за пасажиропотоками, звіти щодо виходу на рейс, звіт з працездатності, різний он-лайн моніторинг.

2 ВИБІР АЛГОРИТМІВ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ З РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Сучасні супутникові системи для організації диспетчерського керування пасажирським транспортом

Сучасне застосування автоматизованих систем диспетчерського керування (АСДК) пов'язане, перш за все, із різким зростанням проблем транспорту на міських мережах. Ці проблеми відображалися на умовах функціонування міського пасажирського транспорту та пов'язувалися із зростанням інтенсивності руху у великих містах, значною щільністю транспортних потоків і пасажиропотоків, які володіють динамікою змінення. В таких умовах важливим під час вирішення завдань управління перевезеннями мають питання зменшення витрат часу на транспортне обслуговування пасажирів, а також збереження запланованої якості транспортних послуг. Особливої уваги потребує питання забезпечення раціонального та ефективного диспетчерського моніторингу та керування рухом пасажирського рухомого складу за маршрутами регулярних перевезень, яке організовується завдяки автоматизованій системі нового покоління [8, 10].

Навігаційні системи вітчизняних і зарубіжних розробок АСКД мають такі головні особливості [10]:

- 1) комплексну автоматизацією спектру оперативного керування перевезеннями на всіх їх етапах;
- 2) використання розподілених територіальних мереж для передачі даних з підключенням до системи міської адміністрації, підприємств-перевізників, оперативних служб;
- 3) розширені функціональні можливості диспетчерського керування як за охоптом маршрутної системи, так і за змістом функцій диспетчерського керування;

4) розширені сервісні і інформаційні функції для пасажирів, а саме: автоматизовану сплату проїзду; виведення інформації до внутрішнє салонне табло; забезпечення виведення інформації до переднього, бічного і заднього показників маршруту;

5) розширені сервісні функції для водія рухомого складу, включаючи: голосовий та текстовий обмін інформацією з диспетчерським центром; демонстрацію актуального розкладу руху на дисплеї бортового комп'ютера; оголошення зупиночних пунктів у салоні, визначеними супутниковою навігацією; встановлення даних входу/виходу пасажирів; показання кількості пасажирів, які сплатили проїзд;

6) підвищенні безпеки пасажирських перевезень завдяки:

- застосуванню водієм сигналу тривоги, який фіксується за місцем і часом супутниковою навігацією;

- передачі фото з салону рухомого складу за запитом або в ситуації задіяння кнопки сигналу тривоги; створення відеозапису з салону (знімки з затребуваною періодичністю) зі збереженням в пам'яті бортового комп'ютера з подальшим зчитуванням інформації;

7) гарантуванні безпеки руху завдяки моніторингу засобами диспетчерської системи:

- контролю швидкості рухомого складу;

- фіксування режимів праці та відпочинку водіїв;

8) інтеграцію АСКД до інших інформаційних систем в створеній загальній інтелектуальній транспортній системі міста.

Навігаційні системи на громадському пасажирському транспорті в Європі орієнтовані як на необхідність керування рухом транспортних засобів, скільки так і на забезпечення а зручності і безпеки пасажирів. Тому значна увага приділяється функціонуванню засобів інформування пасажирів про рух громадського транспорту в онлайн часі на зупиночних пунктах, в місцях пересадки, продажу квитків на базі мобільного зв'язку і Інтернета. Отже системи володіють схожими технологічними характеристиками.

На рисунку 2.1 приведена принципова схема роботи АСДК на базі супутникової навігації.



Рисунок 2.1 – Принципова схема роботи АСДК на базі супутникової навігації

Розвиток глобальної навігаційної системи GPS (Global Positioning System, США) дає змогу визначати координати будь-якого об'єкта на поверхні землі, а паралельно розвиток мобільного стільникового зв'язку, уможливорює в режимі реального часу передавати данні. Такий симбіоз забезпечує можливість оперативно керувати перевезеннями.

В Україні розширюється сфера навігаційних технологій на міському пасажирському транспорті завдяки підтримки держави [5].

Одним з поширених застосувань від сучасних телеметричних систем є впровадження автоматизованих системи визначення пасажиропотоків. Це послугоує інструментом для вдосконалення планування транспортної роботи та оцінювання якості наданих транспортних послуг. Залишаються проблемними питаннями забезпечення працездатності апаратної частини пристроїв [6]. Через зростаючу складність бортового телеметричного

обладнання, зростання кількості рухомого складу і його різнотипів, виникає необхідність універсалізації пристроїв, спрощення підключення додаткового інформаційно-моніторингового обладнання, зручності під час обслуговування пасажирів і організації перевезень. Актуальними залишаються питання виключення аварійних ситуацій, пов'язаних з «людським фактором» через порушення з боку водія, а також розроблення систем своєчасного виявлення несправної роботи встановленого нового обладнання з впровадженням планово-попереджувального технічного обслуговування.

2.2 Вибір технологій для вимірювання пасажиропотоків

Систему визначення потужності пасажиропотоку вважають інструментом для виконання взаєморозрахунків між перевізником і замовником перевезень – містом. Тому перевізники намагаються інтегрувати давачі підрахунку пасажирів, завдяки яким у реальному часі визначається заповнюваність салону. Міська влада, надаючи право на перевезення пасажирів в певній кількості, регулює питання перевищення, компенсуючи виплатою дотації. Водночас, знаючи заповнюваність салону рухомого складу в певний час, можна корегувати його кількість та час роботи на маршруті [3, 5].

Застосовуючи дані пасажиропотоків, можна інтегровано і доцільно підходити до зменшення експлуатаційних витрат, збільшувати дохід від поїздок та розробляти оптимальний фінансовий план підприємства. Крім цього, фактична кількість перевезених пасажирів уможливує контроль виручки з кожного рейсу, що на сьогодні є одним з вагомих факторів для комерційних підприємств транспорту, що впливає на їхнє фінансове становище. Тому намагаються під час вибору системи підрахунків досягнути максимальної точності кількості перевезених пасажирів [1].

Більшість сучасних автоматизованих методів підрахунку пасажирів перебувають на стадії розробки, технології мають різноманітний спектр, але

кожен з видів має свої недоліки з погляду універсальності [6]. З кожним роком розширюється ринок як вітчизняних, так і закордонних виробників обладнання для автоматичного підрахунку пасажирів.

Прийняття раціонального рішення щодо впровадження відповідних установок має бути глибоко проаналізовано і з погляду перспективи застосування на громадському транспорті.

Встановлення значення пасажиропотоку на тролейбусах, трамваях, електробусах може виконуватися за такими технічними рішеннями [3]:

1) підрахунку пасажирів: а) моніторинг кожного пасажирів, зазвичай, за допомогою обладнання, що міститься на борту транспортного засобу; б) встановлення загального навантаження на рухомий склад із застосуванням давачів на підвісках або пневматичних елементах;

2) підрахунок пасажирів, за сплаченим квитком, з електронною реєстрацією тарифів.

У першому випадку підрахунок пасажирів створюється за допомогою давачів, які фіксують проходження пасажирів через двері рухомого складу: найпоширеніше рішення, яке базується на використанні інфрачервоних давачів, які працюють як активні; або використання пасивних – піроелектричні давачі. В деяких системах використовують знайшли застосування подвійні давачі (наприклад, активний і піроелектричний) для підвищення точності підрахунку.

Сучасні виробники систем вимірювання пасажиропотоків визначають припустиму похибку вимірювань на рівні 5...10% від фактично присутніх пасажирів [3].

Використання пасивних давачів дає промінь світлодіоду з випромінювачами, які генерують «розширені інфрачервоні пучки»), що містить два паралельні масиви, розташування яких дає змогу диверсифікувати два типи відображення сигналу, не враховуючи того, чи входять пасажирів чи виходять з рухомого складу [6].

Електронний пристрій із застосуванням пасивного інфрачервоного давача є піроелектричним, іншими словами він реагує на раптове змінювання температури, а інфрачервоне випромінювання реагує на людське тіло – воно, зазвичай, випромінює частоту, в діапазоні від 7 до 14 мкм.

Технологію з єдиними пасивними елементами застосовують для виявлення руху об'єктів в системах відеоспостереження всередині салонів або зовні значних просторів; пристосувати їхню роботу до автоматичного підрахунку доволі просто, однак, якщо пучок покриття, випромінюваний давачем є занадто великим, лічильник працюватиме помилково.

Датчики сходів фірми Treadle застосовують технологію APC і використовує килимки treadle, розташовані на сходинках [6]. Положення металевого килимка, покритого гумою, створюють таким, щоб його металева частина могла деформувалася, коли пасажир наступає на неї, щоб не отримати неправильне спрацювання. Крім того під час достатнього навантаження пасажиром, застосування такої технології викликає помилки в вимірюваннях. Тому потребується точне розміщення сходинок і безпечність кабелів та з'єднань електроживлення і термоізоляції так, що ніякі розриви на кабелях або гумових кришках не заподіяли шкоди пасажирам.

Інтеграція тензодатчиків у підвіски рухомого складу дає змогу встановити вагу усього рухомого складу разом із пасажирами. Ця технологія застосована на транспорті, так як тензодатчики і електропневматичні клапани використовують для встановлення навантаження на підвіски для оцінювання ефективності гальмівної системи, яка визначається через вагу рухомого складу. Недоліком такого застосування є коливання динамічного навантаження під час руху нерівними поверхнями котіння. Тому краще проводити сеанс вимірювання, коли рухомий склад стоїть.

Фіксація пасажирів у системі WIM (Weigh In Motion) дає змогу оцінити кількість пасажирів на рухомому складі через навантаження на рейки або за допомогою тензодавачів у відповідних пазах або на шийці рейки. Таке застосування дає можливість спостерігати за рухом в режимі реального часу,

проводити економічні та статистичні дослідження, корегувати програму технічного обслуговування, збирати статистичні та екологічні дослідження [3].

Система виявлення WIM уможлиблює отримання інформації про тип рухомого складу, визначати вантажні осі, загальну вагу, які поєднуються з параметрами транспортних потоків, а саме бічними інтервалами або дистанціями між транспортними засобами, швидкістю і довжиною транспортних засобів. Це дає змогу отримати результат, заснований на більш повній інформації про рух і різних умов потоку, що забезпечує розвиток нових стратегій для ефективного керування дорожньою інфраструктурою.

Застосування оптичних датчиків OPS, не є поширеним на транспортних засобах – під час вимірювань вони володіють тією самою точністю, що і килимки treadle, але мають труднощі під час експлуатації через умови забруднення. Однак, завдяки оптичним пристроям з'явилася можливість розрізняти форми пасажирів, тварин, візки, сумки, вони в змозі визначити напрямок руху пасажирів й ідентифікувати пасажирів за входом і виходом [1].

Що стосується систем зору, то пропонуються різні рішення, але всі вони застосовують дві стереоскопічні камери, що захоплюють зображення в певній області дії. Камери встановлюють над дверима, і вони підраховують пасажирів з високою точністю. Впроваджені системи в конструкції, зазвичай, обладнені вбудованими світлодіодами, які уможливають роботу в будь-яких умовах освітлення. Підраховуючий регульований поріг дає змогу через вимірювати висоту пасажирів, розрізняючи дітей і дорослих. Важливою характеристикою цих систем є те, що вони записують дані щодо часу і надають робити необхідний статистичний аналіз наприкінці часу і перевіряти всі результати за будь-який період. Ці системи легко встановлюються і забезпечують гарну точність вимірювання, досягаючи 98 % [2].

2.3 Методи контролю функціонального стану водія рухомого складу

Оцінювання функціонального стану водія громадського транспорту в сучасних умовах набуває особливого значення. В розробках бакалаврської роботи запропонована автоматизована система такого контролю, що використовує розширений аналіз відеоінформації про стан водія (10 слайд презентації).

Моніторинг оцінювання роботи водія на маршрутах міського електротранспорту показує, що короткі інтервали інтенсивної роботи змінюються більш тривалими інтервалами монотонної праці. Сучасність характеризується безліччю методів і пристроїв аналізу рівня пильності та попередження оператора щодо зниження уваги під час праці [13]. Перші серійні пристрої, що мають функцію розбудження водія, що практично засинає, з'явилися порівняно недавно. Найширшого використання набули відпрацьовані засоби контролю пильності водіїв транспортних засобів.

Порівняння вітчизняних та зарубіжних технічних пристроїв гарантування безпеки руху, можна відзначити, що в зарубіжних системах меншою мірою опрацьовані питання визначення рівня неспання і пильності водія. Рівень неспання аналізує стан людини (сон, дрімота тощо) і, відповідно, його працездатність, водночас пильність – це здатність індивіда реагувати на нетривалі і нечасті події. Пильність – це реакція, основний фактор, що впливає на безпеку руху.

Сучасний рівень розробок пропонує сотні запатентованих пристроїв і методів моніторингу функціонального стану водія транспортних засобів. Вони здебільшого не є випробуваними в реальних умовах експлуатації або мають вигляд макетних і експериментальних зразків. Однак і є реально випробувані пристрої та застосовані в роботі довгий час.

Методи, загалом, поділяють на контактні та безконтактні. Перші обумовлені використанням електротехнічних засобів контролю, що мають безпосередній дотик з об'єктом спостереження (водієм).

Безконтактні методи контролю передбачають оцінку стану дистанційно, тобто без приєднання засобів контролю з водієм.

Контактні пристрої – це давачі, які закріплюють в голові, в окулярах, на мочках вух, зап'ястях і пальців рук тощо. Головний недолік таких пристроїв складається в дратівливому впливі їхнього постійного контакту з людиною. До того ж водій може одягти пристрій контролю і з ним продовжувати керування транспортним засобом.

Звісно, що зазначений недолік у безконтактних методах виключається. Ці системи використовують комп'ютерне програмування, що аналізує зображення від стежущих телевізійних камер. Зазвичай, стеження здійснюється за очима спостережуваного об'єкта, за положенням голови, або в сукупності. Такі безконтактні способи мають недостатню інформативність. Так, положення голови не може надати інформацію, достатню для оцінки функціонального стану водія.

Спостереженні за очима має проблему відблисків на лінзах окулярів через виникнення чи існування в полі зору водія джерел освітлення, що, до речі, входять до системи контролю або є штучним чи природнім освітленням. Відблиски ускладнюють обробку інформації щодо очей об'єкта спостереження. У тих випадках, коли водій застосовує сонцезахисні темні окуляри, аналіз взагалі відеоінформації практично неможливий [13].

3 ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ І РОЗРАХУНКУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

3.1 Впровадження способу підрахунку пасажиропотоку на рухомому складі

Отже, аналіз методів збору інформації про пасажиропотоки в попередньому розділі показав, що жоден з них не надає достовірної інформації про кількість пасажирів у універсальному вигляді, що не може повною мірою забезпечувати розрахунок оптимального розкладу руху. Тому в бакалаврській роботі застосовано методологію підрахунку пасажирів, що входять і виходять, з використанням автоматизованого методу збору, оброблення та передачі даних на підставі застосування сучасних камер, що розташовані над дверми рухомого складу.

Запропоновано використовувати датчик підрахунку пасажирів п'ятого покоління від компанії iris-GmbH. IRMA MATRIX. Ці пристрої забезпечують високу точність та достовірність підрахунку завдяки використанню технології Time-of-Flight (ToF) (рис. 3.1) [7].



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд датчика пасажиропотоку IRMA MATRIX для автоматичного підрахунку кількості пасажирів у громадському транспорті

Датчик IRMA MATRIX має 500-піксельну матрицю, яка вимірює відстань до об'єкта, використовуючи технологію 3D-зображень інноваційної технології Time-of-Flight (ToF). Вбудований процесор (DSP) для оброблення сигналів реєструє отримані 3D-зображення, створює їхню обробку за технологією

обробки зображення HDR (HighDynamicRange), і потім передає їх до бортового комп'ютера або до хмарного середовища.

Автоматизована система контролю пасажиропотоку точно визначає відстань до об'єкта із швидкістю світлового потоку, одночасно розпізнаючи напрямок руху пасажирів, що відрізняє процеси посадки і висадки, незалежно від скупчення людей або висоти дверей. Мінімальну відстань між давачем і пасажиром не потрібно забезпечувати – вона відповідає висоті проходу пасажирів під датчиком менше ніж 1,80 метра.

Типові виникаючі ситуації, коли пасажирів, зайшовши до рухомого складу, не просуваються салоном далі перших сходинок, або рухаються діагонально, легко розпізнаються системою і записуються коректно на бортовий комп'ютер. Не являється перешкодою для роботи давача і значні натовпи пасажирів або їхнє скупчення навколо дверей перед виходом. Всі ці переваги дають змогу істотно зменшувати похибки роботи системи IRMA MATRIX на зупиночних пунктах.

Відповідна роздільна здатність давача дає змогу розпізнавати окремі об'єкти: пасажирів за формою тіла, рухами і в групі, а також унікальні об'єкти: візки інвалідів, коляски, велосипеди.

Пасажири, що проходять через зону дії сенсора, розташованого над дверним механізмом (рис. 3.2), фіксуються системою, яка визначає їхній зріст, що дає змогу групувати пасажирів під час аналізу даних (дорослий чи дитина). Ці дані можуть послугувати гарною підставою для детального аналізу розподілу виручки, даючи змогу транспортній компанії детально вивчати категорії своїх пасажирів і оцінювати ефективність маршрутів і їхню завантаженість. Отже, аналіз об'єктів давачем підрахунку пасажирів надає компанії-перевізнику реальні можливості для оптимізації своєї діяльності.

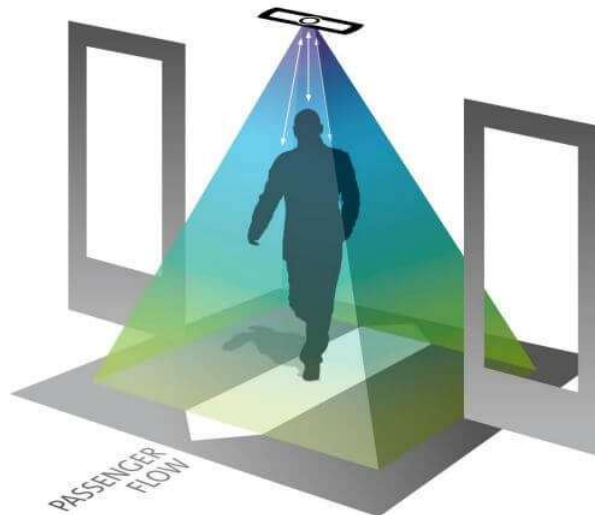


Рисунок 3.2 – Розташування датчика пасажиропотоку IRMA Matrix над дверима у рухомому складі [7]

Датчик бездоганно працює навіть в несприятливих умовах освітлення, оскільки має власне інфрачервоне підсвічування і його спрацювання не залежить від природного чи штучного освітлення. Навіть у повній темряві, наприклад, у разі непрацездатності світильника над дверима, датчик створює високоточний підрахунок пасажирів.

Не залежить точність підрахунку пасажирів також від будь-яких несприятливих умов навколишнього середовища: надмірної освітленості, забрудненості, вологості, оптичних ілюзій, температури простору, випаровування, наявності сторонніх предметів, фону, кольору об'єкта, відображення і виниклих тіней.

Корпус датчика достатньо міцний, тому оптимально підходить для постійного використання на рухомому складі. Він може монтуватися у варіанті накладання на поверхню (що економить час встановлення), так і виконувати вбудовану конструкцію. Датчик легко встановлюється за допомогою двох гвинтів і не потребує додаткових налаштувань, відсутня необхідність підключення до дверних контактів: підрахунок пасажирів починається у разі надходження сигналу з бортового комп'ютера рухомого

складу. На стандартні двері потребується всього один сенсор, що економить інвестиції і експлуатаційні витрати.

До особливостей використання давача можна віднести безпеку (протизажим) пасажирів, тобто можливість виявлення пасажирів в дверному отворі, що також важливо для безпечного неруйнівного закриття дверей [7].

Робота давача забезпечується довгим терміном служби обладнання, середнє напрацювання на відмову становить 1,2 млн. годин. Живлення давача від мережі 24 В постійного струму або 48 В від PoE. Споживана потужність давача в середньому становить 6 Вт (8 Вт через PoE). Легкий за вагою давач важит, без коннектора iris (sCON) 260...340 г залежно від виконання монтажу.

Перевагами давачів підрахунку пасажирів IRMA Matrix можна зазначити [7]:

- найвищу точність підрахунку з усіх представлених на ринку систем;
- повністю автоматичний підрахунок;
- використання стандартизованих промислових роз'ємів M12 і інтерфейсів CAN та Ethernet з PoE;
- можливість використовувати відкритий протокол і SDK для Windows і Linux;
- можливість інтеграції до навігаційних терміналів та програмного забезпечення «Навігатор»;
- наявність доступного адаптера для IBIS і J1708 у разі підключення до наявних телеметричних систем;
- застосування широкого спектру використання даних;
- значний міжнародний досвід застосування на різних типах рухомого складу та постійне R&D;

Розглянемо підключення давача IRMA Matrix через пряму інтеграцію CAN. Для дводверного маршрутного транспортного засобу (рис. 2.3). На рисунку 3.3 показано спрощений ланцюжок сигналу Door Clear для встановлення датчика через пряму інтеграцію CAN.

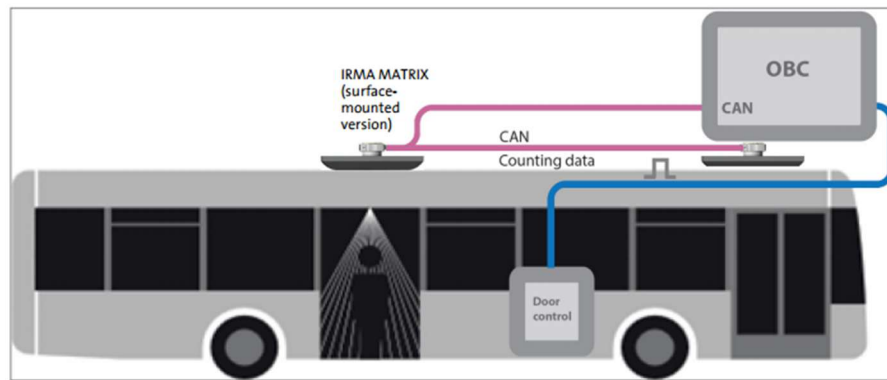


Рисунок 3.3 – Сигнальний ланцюг для Door Clear з прямою інтеграцією CAN [7]

Приклад з'єднання з комунікаційною шиною CAN з демонстрацією блоків основних компонентів з приєднанням трьох датчиків, що розташовані на кожній двері незчленованого тролейбусу демонструється рисунком 3.4 (також слайд 8 презентації).

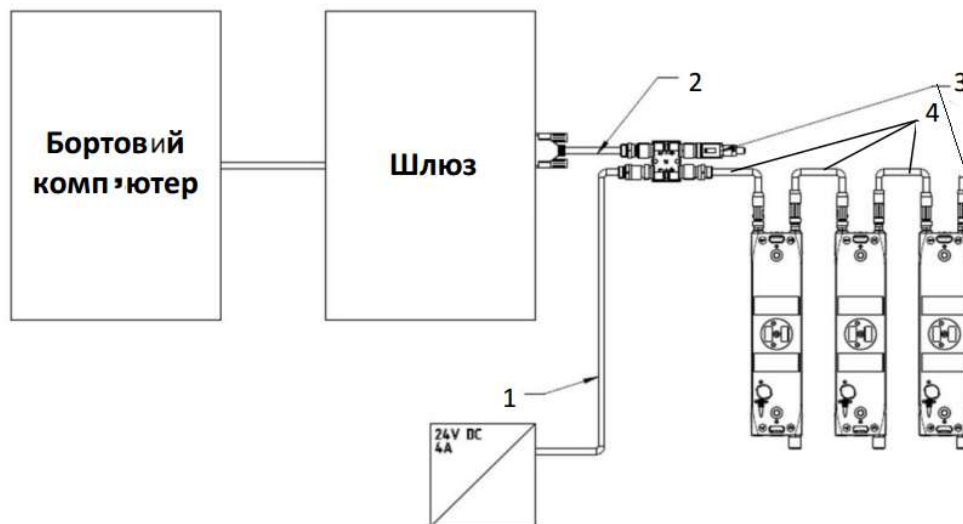


Рисунок 3.4 – Установка CAN с трьома датчиками:

- 1 – кабель живлення M12; 2 – відгалуження з перехідником M12 subD9, без передачі живлення без вбудованого кінцевого опору (термінаторного резистора); 3 – кінцевий опір (термінаторний резистор); 4 – подовжувач M12 типу CAN

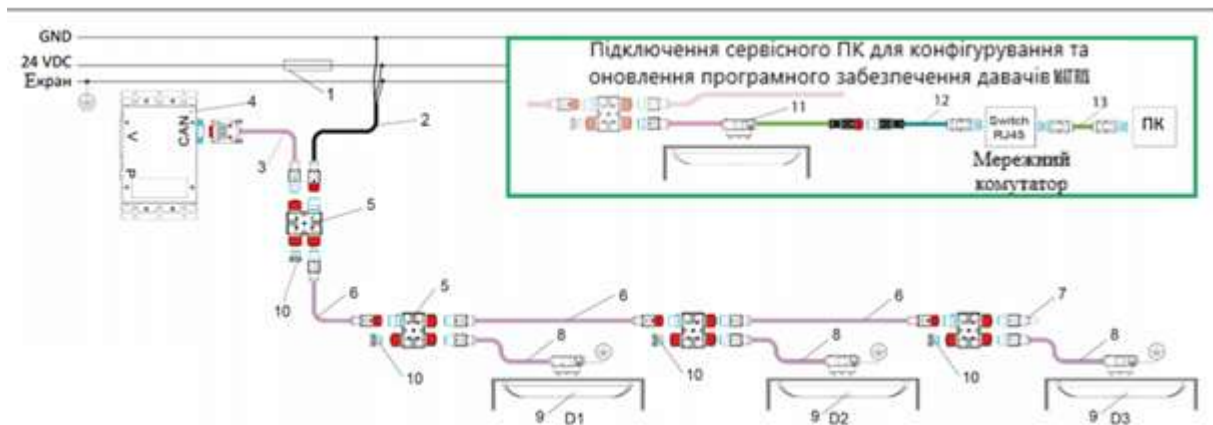


Рисунок 3.5 – Установка датчиків IRMA MATRIX у 3-дверному транспортному засобі [7]

На рисунку 3.5 показано: 1 – запобіжник швидкого спрацьовування 5 А, 2 – двох-жильний кабель електроживлення M12, тип CAN, 3 – перехідник SUB-D9/M12 для MATRIX CAN із вбудованим кінцевим опором (термінаторним резистором), без джерела живлення, 4 – шлюз IRMA: IRMA-Gateway-X-XXXX, 5 – розгалужувач M12 Н-подібний CAN, 6 – подовжувач M12, 7 – кінцевий опір (термінаторний резистор) M12, 8 – конектор iRis sCON-S (стандартний) для датчиків IRMA MATRIX із підключенням до CAN-шини, 9 – датчик IRMA Matrix DIST500-A/DIST500-F, 10 – металева кришка гнізда, 11 – sCON-S (стандартний) для CAN із сервісним інтерфейсом, 12 – перехідний кабель, 13 – комерційний комутаційний кабель із двома штеккерами RJ45 (п) на кінцях, D1 - D3 – двері з 1 датчиком IRMA Matrix.

Запропонована система фіксації пасажиропотоків громадського транспорту представлена на 8 слайді презентації.

Запропонована система фіксації пасажирів, які входять і виходять з рухомого складу може бути використана в аспекті проведення іншої технологічної операції, яку проводить служба з планування пасажироперевезень на транспортному підприємстві. Концепція полягає в тому, що використовуючи спосіб підрахунку пасажирів і можливості фіксації часу виконання цього процесу, є можливість встановлювати максимальний час посадки і висадки пасажирів серед можливих значень (за трьома дверима).

Максимальний час посадки-висадки визначає, загалом, час затримки на зупиночному пункті, що є належною характеристикою для проведення хронометражних вимірювань на маршруті. Отже, камери для підрахунку кількості вхідних і вихідних пасажирів IRMA Matrix у разі під'єднання до них блоку зрівняння і вибору максимального значення уможливають впровадження способу автоматизації для проведення хронометражних вимірювань на маршруті. Блок-схема можливого пристрою демонструється 9 слайдом презентації.

Під'єднання всієї системи до бортового комп'ютера забезпечить передачу інформації до центрального диспетчерського пункту GPS-каналом.

3.2 Встановлення кількості пасажирів що залишилися на зупиночному пункті після відправлення рухомого складу

Планувати пасажироперевезення є не тільки головним і важливим завданням для транспортного підприємства, а й доволі складним. Інколи під час перевізного процесу складається ситуація не задовільнення попиту в через недостатність рухомого складу. Також характерними є ситуації, коли рухомі одиниці у разі тривалих затримок прибувають повністю заповненими без бажаних вийти пасажирів або відправляються від зупиночного пункту повністю заповненими, а в зоні зупинки залишаються пасажирів, які не змогли створити посадку, тобто їм відмовлено у посадці.

Системи підрахунку пасажирів, що інтегровані в конструкцію рухомого складу, так побудовані, що не налаштовані на фіксацію таких пасажирів. Тому в роботі запропоновано доповнити систему підрахунку пасажирів на рухомому складі пристроями відеопідрахунку на зупиночних пунктах [3].

Запропонований метод відрізняється від методу підрахунку пасажирів, застосованого на рухомому складі, коли пасажир проходить повз датчика і фіксується шляхом розпізнавання його образу зверху. На зупиночному пункті система має зафіксувати усіх пасажирів, що перебувають на зупиночному

пункті, не враховуючи розпізнавання обличчя. В такому підході підійде технологія розпізнавання тіла. Завдяки інтегрованому рівню технології розпізнавання тіла, система здатна шукати людей зі схожими фізичними характеристиками на кадрах. Деякі виробники систем безпеки використовують багат шаровий підхід в своїх розробках, де обличчя — це один варіант, тіло — інший, а третій — це комбінація обличчя і тіла. У разі спільного використання технології розпізнавання обличчя та тіла, створюється повна і точна картина того, що відбувається в просторі, який сканується, підвищуючи точність підрахунку людей.

Запропонована технологія розглядається у розрізі так званої «розумної зупинки» (9 слайд презентації), яка обладнується електронним табло, для інформування пасажирів в реальному часі про прибуття рухомих одиниць і інших даних [11].

На додаток встановлюються оригінальні камери, які моніторять потік пасажирів, що перебувають в зоні зупиночного пункту і фіксують саме потенційних пасажирів. Такі камери уможливають контроль черг — оцінюють кількість людей в певний проміжок часу очікування і встановлюють середній час перебування у черзі. Наприклад, така система, як hotspot демонструє карти активності: надає змогу точної інформації про тривалість затримок пасажирів.

Запропонований проєкт вдосконалює інформаційну систему транспорту, визначаючи завантаженість кожного зупиночного пункту в момент прибуття рухомого складу до нього з передачею цих відомостей до бортового комп'ютера рухомого складу або до центрального диспетчерського пункту.

Заповнення зони зупиночного пункту визначається кількістю людей, які перебувають в певному радіусі від павільйону зупинки, враховуючи швидкість змінювання довжини радіусу до певної особи. Людина, яка проходить повз і потрапляє в зону, що обмежує зупиночний пункт, тобто не є пасажиром, тому, відстань від неї до «точки» зупинки буде змінюватися досить швидко:

спочатку перебування буде фіксуватися на краю кола, потім фіксується наближатися до центру, а після цього знову віддаляється аж до виходу із зони. Люди, які є потенційними пасажирями, перебувають в очікуванні транспорту зазвичай створюють повільне переміщення і визначаються як об'єкт, що має низьку швидкість змінювання відстані від камери, тому вони враховуються як загальний пасажиропотік.

Таким чином нова концепція автоматизованої системи дає змогу ідентифікувати пасажирів на зупинках під час очікування поїздки і відокремлювати їх від інших перехожих.

За базовий засіб відео спостереження запропоновано використовувати систему пасажиропотоку серії «DP-3DBC», яка використовує технологію стереокамер Dahua з двома об'єктивами і підтримкою функції підрахунку людей DH-IPC-HD4140XP-3D з можливістю сканувати зону контролю залежно від певної місцевості [12].

Відеокамера Dahua DH-IPC-HD4140XP-3D – є «розумною» стереокамерою, яка оцінює новий рівень точності в електронному підрахунку людей і має два об'єктива з сенсорами Progressive scan CMOS. із чутливістю в кольорі 0.003 лк і 0.005 лк у чорно-білому режимі Максимальна роздільна здатність відео 1028x960 пікселів із частотою 25 к\с (рис. 3.6) [12].



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд камери

IP-відеокамера спостереження оснащена функцією підрахунку людей у режимі реального часу, надаючи точну статистику потоку. Два тримегапіксельних сенсори, що працюють в комбінації створюють один

відеопоток, який охоплює тривимірність зображення за глибиною з точністю 95 %.

Dahua DH-IPC-HD4140XP-3D має фіксований об'єктив із фокусною відстанню (об'єктив) $f = 2.8$ мм. Горизонтальний кут огляду становить 89° , вертикальний - $84,3^\circ$.

Мережева відеокамера оснащена функцією виявлення руху, а також чотирма приватними зонами.

Пропонується використовувати комплект цих камер з системою hotspot з розміщенням в зоні зупиночного пункту і будуть виконувати функції відеофіксації на зупиночних пунктах [12].

Запропонована камера не потребує додаткових налаштувань, самостійно виконує необхідні обчислення і їх результати ц виводить через інтерфейси RS-485 і Ethernet. Для організації потрібних для виконання функцій камери створюють зв'язок з рухомим складом, який обладнаний GPS-моніторингом (трекером) або Ethernet роутером.

Камери спеціально адаптовані для експлуатації в складних умовах дорожнього середовища (за критичними температурами, вологості, сонячного випромінювання). Від вандалських дій камеру захищає міцний корпус.

Технічні параметри камера живиться від мережі 9 до 32 вольт, оптимальною висотою установки є 2,2...2,75 м, оптимальною зоною виявлення об'єктів є відстані виявлення: 35 м, для спостереження - 14 м, розпізнавання - 7 м, ідентифікації - 3.5 м.

Стерекамеру Dahua конфігурують і налаштовують через WEB-браузер, що уможливорює оперативно і на відстані змінювати налаштування, контролювати роботу і моніторити результати підрахунків в онлайн часі. Спеціальне програмне забезпечення керує контрольними зонами за довжиною, висотою та шириною.

Зручність Dahua - це використання відео-стереоскопічного метода, що складається в доступі до відеокадрів в реальному часі, що робить усі налаштування досить прозорими: відразу видно усі параметри – межа лінії

підрахунку, переглядання відео запису з метою оцінювання точності підрахунку і перевірення роботи системи під час будь-яких конфліктів.

Отже в бакалаврській роботі запропоновані пристрої, які дають змогу вимірювати пасажиропотоки, що забезпечує задоволення потреб населення в перевезеннях.

3.3 Метод контролю функціонального стану водія рухомого складу

Як було розглянуто в пункті 2.3, кожний із способів визначення стану водія не є універсальним. Тому пропонується автоматизована система визначення функціонального стану водія громадського транспорту, що є сполученням комплексу телевізійних і комп'ютерних засобів моніторингу та оброблення інформації. В цій системі оцінка здійснюється на базі комплексного аналізу низки параметричних характеристик водія. Виходячи з того, що положення голови є недостатньою інформацією про втрату пильності водієм, тому до переліку характеристик введені: положення тіла, активність голови і загальна поведінка водія під час керування транспортним засобом. Система приймає рішення щодо втрати пильності тільки у тих випадках, коли норми не відповідають значенням низки параметрів у певному поєднанні. Значення застосованих параметрів обробляються паралельно і статистично. Рішення щодо непрацездатності водія приймається тільки тоді, коли значення параметрів протягом певного інтервалу часу не відповідають нормі – це пороговий час аналізу.

Отже, коли водій ненадовго покидає робоче місце (або виходить з контрольованої сфери тимчасово), система продовжує роботу в штатному режимі. У ситуаціях, коли термін відсутності водія в контрольованій сфері перевищує граничне значення часу аналізу, система робить висновок щодо непрацездатності водія.

Інформація щодо стану водія формується в давачах стану (10 слайд презентації), що виконані як телевізійні камери. Для забезпечення високої

точності прийнятих системою рішень необхідно встановити не менше трьох датчиків. Інформація з датчиків передається у вигляді зображень на аналізатор. Якщо система виявила погіршення працездатності водія, то вона формує сигнал тривоги. Сигналізація може бути вбудованою до самої системи або сигнали передаватимуться інтерфейсом зв'язку бортової системи за заданим протоколом. Тип інтерфейсу залежить від пристроїв, які поєднуються з іншими. Загалом сигналізація (світлова або звукова) вбудована в аналізатор. У окремих випадках, коли конструкція відділення водія не дає змогу встановити аналізатор в зоні видимості і чутливості водія, використовують додаткову компактну панель для забезпечення світлової або звукової сигналізації.

Додаткові системи можуть забезпечити безпеку транспортного засобу, застосовуючи оповіщення, автоматичне гальмування тощо. Формування вторинних напруг від живлення функціональних вузлів аналізатора, телевізійних датчиків стану, реєстратора здійснюється через аналізатор. Інформація від датчиків зберігається у реєстраторі. До того ж, реєстратор записує усі службові повідомлення, всі випадки виявлення непрацездатності водія, сигналів тривоги та іншу інформацію від суміщених систем. Датчики виконані на базі чорнобілих телевізійних камер з сенсором високого дозволу формату 1/3 дюйма (рис. 3.7). Необхідно створювати монітор працездатності водія у загальному діапазоні освітленості робочого відділення, а зображення, сформовані датчиками, мають містити інформацію, яка забезпечує безперервний аналіз.



Рисунок 3.7 – Принцип визначення стану водія за допомогою інтелектуальних камер

У темний час, коли вимкнених джерела штучного освітлення значення освітленості у відділенні водія є меншою за 1 люкс. Тому необхідно ввести в давачі додаткові джерела освітлення. З метою створення комфорту водія, краще застосовувати джерела додаткового освітлення, які здатні працювати у діапазоні довжин хвиль, що є невидимими людським оком, а саме інфрачервоне випромінювання. Джерела, вбудовані до давачів стану, є малопотужними та забезпечують енергетичну освітленість об'єкта не менше $0,10 \text{ Вт/м}^2$. Такої освітленості достатньо, щоб одержати зображення, що придатне для аналізу.

Також необхідно враховувати і максимально ймовірні значення освітленості у відділенні водія. Максимальна освітленість на об'єкті визначається, передусім, кількістю сонячного світла, яке дістається через вікна. Влітку значення енергетичної освітленості може становити 1600 Вт/м^2 . Отже, вимагається адаптація до усіх можливих видів освітлення давача стану, який оснащується об'єктивами з автоматичним регулюванням діафрагми. Сенсори зображення, що використовуються в давачах стану, забезпечені збільшеною чутливістю в ближньому інфрачервоному діапазоні, тому отримання видимого діапазону може бути зайвим. Для відсікання хвиль

видимого діапазону перед сенсорами давачів встановлюють оптичні світлофільтри [6].

Аналізатор, що виконує аналіз та обробку зображень, що сформовані телевізійними давачами, виконується на базі комп'ютера промислового виконання, що характеризується підвищеною надійністю. Вихідні сигнали давачів є стандартними телевізійними сигналами, що відповідають нормативним вимогам. В аналізаторі перетворюються аналогові сигнали до цифрової форми. Для виконання такого технічного підходу аналізатор оснащений платами відеозахоплення, що складаються аналогово-цифрових перетворювачів.

У першому випадку реєстратор запропонований реєстратор є знімним носієм у вигляді окремого пристрою, а його конструкція гарантує збереження інформації у разі виникнення аварій.

У другому варіанті реєстратор розміщують так, щоб його зручно було встановлювати і не ускладнювати процес керування рухомих складом. Запис відео ведеться зі швидкістю не більше п'яти кадрів в секунду. Тому застосування запропонованої системи є ефективним в транспорті, що призначений для роботи по маршруту протягом тривалого часу, що відповідає умовам роботи рухомого складу, щоб контролювати функціональний стан його водія.

Якщо виявлена непрацездатність водія, розривається ланцюг подачі напруги до електропневматичного клапану. Автоматизована система контролю створює безконтактний безперервний контроль стану водія транспортного засобу, що підвищує безпеку руху із застосуванням з існуючими альтернативними системами.

3.4 Розрахунок параметрів відео-спостереження

До параметрів камери відео-спостереження належить фокусна відстань об'єктиву – це головний параметр відеокамери, який є базовим в розрахунках

зони спостереження. Від його значення і фізичної величини матриці залежить кут огляду об'єктива. Проведення не складних геометричних розрахунків уможливорює досить точно встановити обмеження зони, яка потрапляє до кадру камери відео-спостереження [5, 6].

Для впровадження відео-спостереження на ділянці зупиночного пункту трамвая або тролейбуса використовують камери з широким кутом огляду.

Для оцінювання відео-спостереження виконують розрахунок трьох взаємозалежних параметрів відеокамери, а саме:

- фокусна відстань об'єктива;
- кут огляду об'єктива;
- фізична величина матриці відеокамери.

Чим меншою є фокусна відстань, тим більшим буде кут огляду. Відповідно до кадру камери потрапляє більше об'єктів, які перебувають поблизу.

Кут огляду, також є залежним від величини чутливого елемента матриці. Чим меншим є розмір матриці, тим більшим є оглядовий кут камери.

Визначення фокусної відстані камери відео-спостереження необхідне для правильного вибору відеокамери. Виробники камер в технічних характеристиках вказують фізичну величину розміру матриці, фокусну відстань і іноді оглядовий кут. В розрахунках визначимо, що робить вплив на вибір фокусної відстані, а саме на якій відстані перебуває об'єкт спостереження; яка фізична величина розміру матриці; розмір об'єкта.

Отже, користуючись заданими технічними характеристиками камери, розраховуємо фокусну відстань об'єктиву камери відеоспостереження за наступними формулами:

$$F = \frac{h \cdot L}{H} \text{ або } F = \frac{v \cdot L}{V}, \quad (3.1)$$

де h – розмір матриці за горизонталю;

L – відстань до об'єкта відео-нагляду;

H – горизонтальний розмір об'єкта;

v – розмір матриці за вертикаллю;

V – вертикальний розмір об'єкта.

$$F = \frac{3,2 \cdot 1,41}{0,8} = 2,67 \text{ мм}.$$

Результуючий оглядовий кут об'єктива в градусах визначають за формулою:

$$\alpha = 2 \arctg\left(\frac{V}{2L}\right), \quad (3.2)$$

де α – оглядовий кут, град;

V – ширина об'єкта, м.

$$\alpha = 2 \arctg\left(\frac{0,8}{2 \cdot 0,7}\right) = 59,49^\circ.$$

Роздільною здатністю є параметр, що показує мінімальний розмір елементу об'єкта, який в змозі розрізнити система відео-спостереження на певній дальності. Розмір кожного елемента визначається як за вертикаллю, так і за горизонталлю. В спрощених розрахунках не враховують освітленість, контрастність тощо. Роздільну здатність Δ визначають як лінійний розмір S оглядової зони (довжиною дуги) на певній відстані L відповідної площини, поділеної на кількість пікселів матриці M камери в цій самій площині (рис. 3.8).

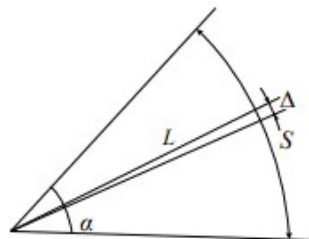


Рисунок 3.8 – Роздільна здатність

Отже, враховавши, що S залежить від відстані до об'єкта L і оглядових кутів у горизонтальній $\alpha_{гор}$ і вертикальній $\alpha_{верт}$ площинах, можна застосовувати відповідні вирази для розрахунку розмірів дуг у горизонтальній $S_{гор}$ і вертикальній $S_{верт}$ площинах:

$$S_{верт} = 2\pi \cdot L \frac{\alpha_{верт}}{360}; S_{гор} = 2\pi \cdot L \frac{\alpha_{гор}}{360}, \quad (3.3)$$

а також їхніх відповідних розмірів Δ щодо розподільної здатності:

$$\Delta_{верт} = 2\pi \cdot L \frac{\alpha_{верт}}{360 \cdot M_{верт}}; \Delta_{гор} = 2\pi \cdot L \frac{\alpha_{гор}}{360 \cdot M_{гор}}, \quad (3.4)$$

де $M_{гор}$ і $M_{верт}$ – кількість пікселів у матриці телекамери відповідно горизонтальної і вертикальної площини.

Отже, за розрахованими характеристиками вибираємо тип відеокамери IP відеокамеру Dahua DH-IPC-HD4140XP-3D (з об'єктивом 2.8 мм), має базову CMOS матрицю розміром 1/3 дюйма з сприйнятливістю до світлового потоку, оглядові кути: горизонтальний становить 89°, вертикальний – 84,3°.

100°. Зйомка виконується з граничної пропускною здатністю 1028 x 960.

Виявлення об'єктів забезпечується відстанню 35 м.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вступ

Охорона праці у запропонованому проєкті, що пов'язаний з впровадженням засобів контролю на громадському транспорті, набуває нового значення і підходів щодо переоблаштування робочих місць у депо, що має пов'язуватися з диспетчерськими центрами. Завданнями охорони праці є створення умов, які гарантують мінімальний ризик травмування, виникнення професійного захворювання і розвитку технологічних збоїв. За Законом України «Про охорону праці» [14] керівник підприємства зобов'язаний не тільки забезпечити своїх працівників засобами індивідуального захисту й безпечними робочими місцями, а й вдосконалювати систему управління, що направлена на ідентифікацію небезпек, аналіз потенційних небезпек і ризиків, а також постійне впровадження більш сучасних профілактичних заходів з урахуванням міжнародного стандарту ISO 45001 [15]. У виробничому комплексі рухомого складу переважаючими ризиками є дорожньо-транспортні пригоди, підвищений рівень шуму, вібрації, забруднення повітря, робота з тяговими електричними колами високої напруги, термічні впливи, що пов'язані з новими технологіями акумулювання і накопичення енергії. Тобто техперсонал, що обслуговує рухомий склад в депо працює у середовищі, в якому поєднані електричні, хімічні й механічні небезпеки.

Психоемоційні та інформаційно-ергономічні навантаження робітників депо пов'язані з постійною процедурою прийняття того або іншого рішення стосовно змісту необхідного ремонту і пошуку шляхів усунення несправності. Причиною психоемоційної напруги може бути незнання певної області в технічних несправностях нового обладнання. Тому організація їхнього робочого місця повинна забезпечувати зручність розташування необхідного пристосування і інструментів, автоматизацію важких операцій, проведення постійного навчання і підвищення кваліфікації [16]. З точки зору дії на

психофізіологію можна вказати на перевищення рівня виконуваних робіт і тривалості робочої зміни через плинність кадрів, відсутністю певної кількості працівників через лікарняні, відпустки тощо. Відсутність замінюваних агрегатів, деталей і вузлів для ремонту в певні періоди і раптова їх поява створює невідповідність потоку відмов і потоку відновлення рухомого складу, що теж негативно впливає на психологічний стан працівника.

Діючі на сьогоднішні нормативні акти в галузі охорони праці в підрозділах підприємств міського електричного транспорту засновуються на положеннях діючих правових і нормативних актів. Тому нагальними є завдання розроблення сучасної нормативної бази, яка б враховувала змінювання технологій, появу нового обладнання і новітніх засобів забезпечення його функціонування [16].

Завданням цього розділу є розроблення технічних і організаційних заходів, які б створювали безпечні професійні умови праці технічного персоналу депо, що обслуговують не тільки головні вузли рухомого складу, а й засоби моніторингу і інформаційну і скануючу відеотехніку.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

На території депо міського електричного транспорту можна визначити виникнення шкідливих і небезпечних факторів, пов'язаних з ремонтом і обслуговуванням рухомого складу, що класифікуються нормативним документом [17, 18]:

- Фактори фізичні, до яких належать наступні:
 - сезонне змінювання температурних умов в приміщенні депо, коли температура повітря у літку є підвищеною, а у зимовий час значно знижується;
 - зазвичай рівень шуму є теж підвищеним – його джерелом є робота електродвигунів рухомого складу, а також певного виробничого обладнання;
 - через ті самі причини виникає надмірна вібрація;

- недостатня на робочих місцях є рухливість повітря в приміщенні депо, не дивлячись на провітрювання через ворота і примусову вентиляцію;
- існує ризик потрапити під дію підвищеної напруги, яка є в електричних ланцюгах рухомого складу. Замикання підвищеної напруги може статися через тіло обслуговуючого персоналу;
- визначається також підвищений рівень статичної електрики та виникнення електромагнітних випромінювань;
- на робочих місцях обслуговуючого персоналу депо, зазвичай, бракує природнього світла;
- компенсація природнього світла за рахунок штучного не завжди є достатнім через можливі помилки під час його проектування або часткової несправності окремих світильників;
- існує ризик ураження шкіри працівника задирками, гострими кромками та шорсткими поверхнями інструментів та обладнання;
- Фактори психофізичні виникають наступні:
 - обслуговуючий персонал депо зазнає фізичних перевантажень під час виконання роботи з ремонтів, так як його праця пов'язана з різними рухами і, іноді, підніманням (перенесенням) важкого обладнання;
 - обслуговування дрібних елементів електроніки призводить до напруження зорових аналізаторів, що впливає на загальний стан усього організму;
 - нервово-психічні фактори є причиною не відповідності виробничого оточення психологічним умовам існування людини.

4.3 Організаційно-технічні заходи з забезпечення безпеки

Для профілактики виникнення психоемоційного стресу підприємства все частіше поєднують гнучкі методи управління проектами (SCRUM, Kanban), що торкаються програмам підтримання ментального здоров'я [15].

Місію запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням виконує управління державної праці в містах. Наголос робиться керівникам підприємств, які мають забезпечувати перебування рівнів небезпечних і шкідливих виробничих факторів у граничнодопустимих межах, що визначені санітарними нормами, правилами і нормативно-технічною документацією.

Перелік заходів з гарантування безпечних умов праці з боку керівництва підприємства містить постійне дослідження умов праці, оцінювання технічного стану виробничого устаткування і необхідних пристроїв, проведення атестації робочих місць, щоб вони відповідали нормативно-правовій базі з охорони праці і виправлялися в встановленому порядку і термінів [16].

Правила торкаються питань зберігання інструменту, обтиральних і мастильних матеріалів в спеціальних місцях (коморах), а на території депо потребується зберігання тільки в металевих ящиках, що закриваються кришками, причому кількість інструменту має обмежуватися тільки тією, що встановлена потребою за період доби [17]. Демонтаж і монтаж багато габаритних агрегатів має відповідати порядку і технології виконання робіт, для чого використовують різні підйомно-переміщувальні пристрої.

Нормативні вимоги для забезпечення охорони праці потребують впровадження таких умов:

- мікрокліматичні вимоги в середовищі приміщення депо відповідно до класифікації [19] категорії тяжкості можна визначити як 1б. Ця категорія у нормативному документі [19] встановлює такі оптимальні значення мікрокліматичних параметрів на робочих місцях:

- температура середовища приміщення - $t = 18 \dots 22^{\circ} \text{C}$;
- вологість 40...60 %
- рух повітря 0,1...0,2 м/сек

Гарантують покращення цих умов застосування влітку кондиціонерів, а взимку – опалення. У перехідний, а також у холодний періоди року для підтримування оптимальної температури має бути організована система

централізованого водяного опалення, що має параметри теплоносія мінімум 130° С. Зазвичай застосовують радіатори у виді суцільнозварних труб, що мають ребра без фланців і вентилів [22].

З метою підтримання оптимального параметру рухомості повітря, застосовують низку заходів:

- замінювання вікон на більш сучасні види, замінювання пошкодженого скла;

- ущільнення дверних проємів прокладками і системи своєчасного їхнього закриття.

Зниження шуму і вібрацій, які на робочих місцях не мають перевищувати 60 дБА в адміністративних приміщеннях, 50 дБА у денний період та 40 дБА - у ночі [20], проводяться за комплексним підходом: інтегрування звукопоглинальних матеріалів у стіни, перегородки і стелі у вигляді мінеральної вати або сучасних акустичних панелей встановлення різного роду вібраційних ізоляторів під обладнанням, організація звукоізольованих кабінок для технічного персоналу. Важливим є індивідуальні засоби захисту такі як навушники.

Крім того заходи зниження шуму від джерела виникнення складаються у замінювання зношеного старого обладнання на більш сучасне з меншим рівнем шуму, регулярному змашуванні рухомих частин агрегатів, балансування роторів, інтегрування до вентиляційних та компресорних установок шумоглушників.

Віброізоляційні заходи складаються у встановленні під важке обладнання окремих фундаментів, що не пов'язані з фундаментом будівлі приміщення депо, розміщення під станками та агрегатами гумових амортизаторів [20].

Виконувані на території депо роботи за зоровими умовами, загалом, належать до V-го розряду освітлення [21]. Для організації таких умов у приміщенні депо мають забезпечуватися відповідні норми:

- загального рівномірного штучного освітлення - 200 лк.

- штучного комбінованого освітлення - 400 лк.
- бокового природного освітлення.

Вимоги до освітлення під час обслуговування (огляду) електронного обладнання рухомого складу, до яких належить і необхідні пристрої стереоскопічних камер, передбачено застосовувати переносні світильники у захищеному корпусі. Нормована освітленість на робочій поверхні виконання робіт (пайка мікросхем) має забезпечити високу освітленість, зазвичай до 1000 лк. Висока яскравість, у разі цього, має бути без відблисків, тіней і мерехтіння, потрібно використовувати матові розсіювачі. Оптимальними є використання світлодіодних світильників, які мають нейтральне біле світло, високий індекс кольоропередачі (його значення характеризує здібність точного розрізнення кольорів щодо маркування резисторів та дрітків). Світильник із світлодіодами має бути з гнучким кронштейном, тобто забезпечувати змінювання висоти, кута нахилу та мати кнопку регулювання яскравості.

Розрахунок штучного освітлення виконують під конкретні умови, а саме коли виникає необхідність оцінити експлуатовану освітлювальну установку або виконати проєкт нової для певного виду робіт. Дослідження в цьому розділі мають складатися в розрахунок освітленості, яку має гарантувати освітлювальна установка, відповідно до нормованих вимог.

Розрахунок локалізованого освітлення робочого стола, де виконується ремонт елементів електроніки, передбачає застосування точкового метода. Основою цього методу є рівняння [16]:

$$E_{\text{розр.}} = \frac{I \cdot \cos\alpha}{K_3 \cdot h^2}, \quad (4.1)$$

де E – освітленість, лк;

I – сила світла у напрямку від джерела на дану точку робочої поверхні, кд;

α – кут падіння світлового потоку між перпендикуляром до поверхні робочого стола та самим променем;

h – висота підвісу світильника над поверхнею робочого стола, м;

K_3 – коефіцієнт запасу.

$$\operatorname{tg} \alpha = L / 2h, \quad (4.2)$$

де L – відстань між лампами або рядами ламп, м,

$$\operatorname{tg} \alpha = 2 / 2 \times 1,5 = 0,667,$$

$$\alpha = 33,7^\circ, \cos \alpha = 0,831, I_{\text{ОДР}} = 171 \text{ кд}$$

$$E_{\text{роз}} = 171 \times 0,831 / 1,3 \times 1,5^2 = 42 \text{ лк.}$$

Заходи з електробезпеки та електромагнітного випромінювання передбачають згідно з [23] заземлення усього електрообладнання і джерел споживання електроенергії. Значення опору захисного контуру заземлення має становити 4 Ом. Відповідність цього значення заземлення за забезпеченням нормальних вимог перевіряється один раз у рік електротехнічним персоналу. Також перевіріці підлягає оцінювання опору ізоляції електричного обладнання.

На додаток до заземлення [23] захист технічного персоналу депо від електричного струму передбачає використання захисного відключення, забезпечення малої напруги та розподільчих трансформаторів, введення подвійної ізоляції. Застосування цих заходів є комплексною складовою захисту технічного персоналу депо від поразки електричним струмом.

Також знижує ризик потрапляння під електричний струм на території депо застосування ізолюючих захисних засобів: штанг, кліщів, інструменту з ізольованими ручками, діелектричних рукавичок, гумових ботів, килимків різних ізолюючих підставок [16, 23].

Під час ремонту транспортних засобів з акумуляторними батареями високої напруги має виконуватися блокування тягового кола й встановлення попереджувальних табличок. Виявлення витoku електроліту встановлюється портативними газоаналізаторами. До того ж, зона зарядки батарей має оснащуватися системою з автоматичним сухим (порошковим) гасінням та припливно-витяжною вентиляцією, яка має підтримувати концентрацію небезпечних газів нижче допустимих значень [24].

Всі розподільно-мережні пункти, електро-пускові пристрої необхідно закривати так, щоб не допустити контакту до них осіб, які не пов'язані з їхнім обслуговуванням.

В сучасних умовах система охорони праці має інтегруватися до єдиної автоматизованої платформи перевізника, що підвищує ефективність усієї системи. Електронний реєстр небезпек зберігає події від незначних травм до кібернетичних інцидентів. Завданням модулю інцидент-менеджменту складається в проведенні аналізу першопричин виникнення, щоб в подальшому запобігати повторенню. Система календаря нагадує про термін проведення медичних оглядів, перевірок стану засобів індивідуального захисту, вогнегасників та вентиляційних фільтрів. Телематичні дані системи охорони праці поєднуються з випадками перевищення швидкості на ділянці з підвищеною аварійністю, а система фіксує цей факт як потенційний фактор професійного ризику [1, 15].

Отже, поєднуючи технічні, організаційні та психофізіологічні заходи створюються підстави для безпечних, ергономічних та продуктивних умов праці, що є важливою складовою успішного функціонування транспортного підприємства з перевезення пасажирів.

4.4 Висновки за розділом 4

У цьому розділі вирішувалися завдання щодо охорони праці технічного персоналу тролейбусного депо, який обслуговує рухомий склад загалом і його електронні пристрої окремо.

На підставі виявлення впливу шкідливих і небезпечних чинників, пов'язаних з виробничими умовами, запропоновано сукупність заходів з метою створення небезпечних робочих місць. Ці робочі місця гарантують певні мікрокліматичні умови, їхнє раціональне освітлення, забезпечують електробезпеку під час контакту з рухомим складом та потребують постійного впровадження більш сучасних профілактичних заходів на підставі міжнародних стандартів.

ВИСНОВКИ

1. Розвиток інформаційних технологій призводить до появи нових вимог до бортового обладнання рухомого складу і нових принципів його проектування. Бортове обладнання проявляється тенденціях: мобільності передачі і отримання даних, значному підвищенні інформаційних зав'язків між бортовими пристроями транспортних засобів і інформаційними системами, пов'язуючи державні і комерційні організації, перевізників і пасажирів.

2. Запропоновано на підставі бортового комп'ютера збирати різноманітну інформацію з рухомого складу і передавати дані про пасажиропотоки, хронометражні вимірювання і стан водія до центрального пункту керування перевезеннями.

3. Застосовано методологію підрахунку пасажирів, що входять і виходять, з використанням автоматизованого методу збору, оброблення та передачі даних на підставі застосування сучасних камер, що розташовані над дверми рухомого складу. Запропоновано використовувати давачі підрахунку пасажирів п'ятого покоління від компанії iris-GmbH. IRMA MATRIX. На додаток система дає змогу транспортній компанії детально вивчати категорії своїх пасажирів і оцінювати ефективність маршрутів за виручкою.

4. Запропоновано використовувати систему фіксації пасажирів, для проведення іншої технологічної операції, використовуючи можливості системи фіксувати час посадки-висадки, а саме автоматизувати проведення хронометражних вимірювань на маршруті.

5. Пропонується доповнити автоматичні системи вимірювання пасажиропотоків системами відеонагляду на зупиночних пунктах, для фіксації пасажирів, які залишилися на зупиночному пункті. Пропонується в якості засобу відео стереокамеру серії Dahua DH-IPC-HD4140XP-3D яка має можливість оцінювати конфігурації пасажирів у зоні контролю, а саме

зчитувати людей які стоять на зупинці, а також тих, які проходять повз зупинки з певною швидкістю.

6. Запропоновано використовувати систему контролю стану водія, яке важливо проводити і на лінії, так як медичний огляд не гарантує постійного стану. Система містить комплекс телевізійного і комп'ютерного аналізу низки параметрів: активності голови, положення тіла і узагальнюючого поведження водія під час руху по маршруту. Рішення про невідповідність стану водія система приймає коли параметри не відповідають нормованим через певний інтервалу часу — пороговий час аналізу.

7. У розділі «Охорона праці» розроблені організаційні і технічних заходи щодо створення нешкідливих і безпечних умов праці технічного персоналу тролейбусного депо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чаплінський В., Мороз М. Застосування інформаційних технологій при організації міських перевезень. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інновації: теорія і практика». Кропивницький: Академія Прикладних наук. 2023. – 129 с.
2. Транспортні технології в сучасних умовах: колективна монографія / заг. ред. Г. О. Примаченко. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г.М. – 2024. Т1. – 212 с.
3. The Various People Counting Methods In Public Transport – URL: <https://www.iunera.com/kraken/public-transport/people-counting-in-public-transport/>
4. Рекламний сайт компанії «Євромобайл». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.euromobile.com.ua/>
5. Denysyuk, P. Y., Boreiko, O. Y., Markelov, O. E., & Teslyuk, V. M. Розроблення комп'ютерної підсистеми автоматизованого аналізу, прогнозування та розрахунку пасажиропотоку для заданого маршруту в місті Львові. *Scientific Bulletin of UNFU*, 2018, 28(6), 129-135. <https://doi.org/10.15421/40280626>
6. Величко О. М. Метрологія, технічне регулювання та забезпечення якості: підручник: у 5 т. / О. М. Величко, Л. В. Коломієць, Т. Б. Гордієнко; за заг. ред. О. М. Величка. Одеса: ВМВ, 2014. –Т. 4: Забезпечення якості та системи управління. – 2014. – 464 с.
7. Датчик підрахунку пасажиропотоку IRMA Matrix – URL:<https://transcontrol.com.ua/oborudovanie-gps/gps-glonass-sat-aksessuary/prochiedadchiki-identifikatory-i-aksessuary/irma-matrix.html>
8. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.

9. Кашканов, В. А. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті : навчальний посібник / В. А. Кашканов, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 104 с.

10. Глобальні супутникові системи навігації та зв'язку на транспорті : підручник / В. Д. Данчук, Л.С. Беляєвський, А. А. Сердюк, Є.О. Топольськов ; М-во освіти і науки України, НТУ. - Київ : НТУ, 2017. - 264 с.

11. У столиці з'являться «розумні» зупинки громадського транспорту. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/1885774-u-stolitsi-zyavlyatsya-rozumni-zupinki-gromadskogo-transportu.html>.

12. IP-камера Dahua DH-IPC-HD4140XP-3D. Режим доступу: <https://online.dclink.ua/product/248661>.

13. Нова ШІ-система виявляє 3 ознаки ризику ДТП за обличчям водія з точністю понад 90 %. Режим доступу: <https://itc.ua/ua/novini/nova-shi-systema-vyuvavlyaye-3-komponenty-dtp-za-oblychchiam-vodiya-z-tochnistyuu-ponad-90/>

14. Закон України «Про охорону праці», введено у дію 24. 11.1992 згідно з Постановою Верховної Ради України від 14.10.1992 р. N 2695-XII із змінами та доповненнями.

15. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. (Національний стандарт України).

16. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О. В. Пожарова. - Одеса, 2022. - 86 с.

17. НПАОП 60.2- 1.01-06-2006. Правила охорони праці на міському електричному транспорті. –128 с.

18. ГН 3.3.5-8-6.6.1 2002 р. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, Київ, 2001 р.

19. ДСН 3.3.6.042 – 99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова від 01.12.1999 р. № 42. Міністерство охорони здоров'я.

20. ДСТУ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. Наказ від 20.10.2008 № 366.

21. ДБН В.2.5-28-2006. Державні будівельні норми. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – Чинний з 01.10.2006.

22. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

23. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (укр) 21.06.2001. (Державні нормативні акти з охорони праці).

24. Інструкція з експлуатації акумуляторних батарей. Режим доступу: <https://journal.vencon.ua/ua/pravila-ekspluatacii-akkumulyatorov>.