

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: «**Підвищення ефективності перевезень швидкопсувних вантажів шляхом впровадження систем моніторингу температури у фургонах-рефрижераторах**»

Виконав: студент 6 курсу групи Ат-61
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Міджак Володимир Ярославович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Сукач О.М.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2021

УДК 656.075

Міджак Володимир Ярославович. «Підвищення ефективності перевезень швидкопсувних вантажів шляхом впровадження системи моніторингу температури у фургоних-рефрижераторах» // Кваліфікаційна робота. – Дубляни: Львівський національний аграрний університет, 2021. – 86 с.

У роботі проаналізовано шляхи підвищення ефективності перевезень швидкопсувних вантажів, забезпечення збереження заморожених продуктів та моніторинг автомобілів. Доведено доцільність впровадження систем моніторингу температури у фургоних-рефрижераторах в режимі реального часу.

Обґрунтовано закономірності зміни вихідної напруги залежно від температури. Розроблено стенд і запропоновано методику калібрування і тарування сенсорів температури, наведено способи його підключення та налаштування. Отримано результати випробувань сенсора температури, проведено його калібрування й тарування відносно геометричних параметрів.

Оснащення автомобіля системою моніторингу з можливістю відслідковувати температуру у рефрижераторі дає можливість суттєво зменшити кількість порушень регламентів з дотримання температурних режимів транспортування, збільшити термін зберігання швидкопсувних продуктів.

Табл. 9; рис. 34; бібліогр. джерел 24.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1	
АКТУАЛЬНІСТЬ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1. Навігаційні системи GPS, їх компоненти.....	10
1.2. Термінали для систем моніторингу.....	15
1.3. Типи трекерів і принцип їх роботи	16
1.4. Сенсори температури для використання у системах моніторингу.....	18
1.5. Технології перевезень швидкопсувних охолоджених продуктів	19
РОЗДІЛ 2	
ОБґРУНТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕНСОРА ТЕМПЕРАТУРИ.....	22
2.1. Дослідження конструкційних параметрів моделі датчика рівня рідини. 22	22
2.2. Дослідження характеристик температурних сенсорів	31
2.3. Дослідження характеристик електричної дросельної заслінки	32
РОЗДІЛ 3	
МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕМПЕРАТУРНОГО СЕНСОРА.....	42
3.1. Пристрої для моніторингу температури в режимі реального часу	42
3.2. Технічні характеристики	46
3.3. Монтаж сенсора температури DS18B120 через інтерфейс 1-Wire	47
3.4. Конфігурація терміналу Teltonika FMB125 та додавання сенсорів для відображення у системі моніторингу WIALON.....	50
3.5. Схема живлення та монтування терміналу з дротовим сенсором температури	53
3.6. Тарування сенсора та встановлення значення температури у системі моніторингу Wialon.....	54
РОЗДІЛ 4	
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	57

	5
4.1. Результати калібрування й тарування температурного сенсора	57
4.2. Випробування та вибір автомобіля із встановленою дротовою системою контролю температури	58
РОЗДІЛ 5	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій на транспорті.....	70
5.2. Вимоги з охорони праці під час проведення технічного обслуговування автомобілів.....	74
РОЗДІЛ 6	
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ-РЕФРЕЖИРАТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМІНАЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ.....	78
6.1. Розрахунок економічного ефекту від терміналів для моніторингу температури під час перевезень.....	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85

ВСТУП

Актуальність дослідження. Моніторинг під час здійснення транспортування відіграє дуже важливу роль, здійснюючи швидкий обмін інформацією між транспортним засобом і водієм, логістом. Швидке переміщення та збереження температурних норм покладено повністю на транспорт та системи охолодження.

Витрати на здійснення перевезення в залежності від типу продукції можуть досягати 40% від загальної вартості.

Теперішні умови здійснення транспортування швидкопсувних вантажів змушують підприємства змінювати підхід до моніторингу. Недостатньо прокласти маршрут, потрібно постійно слідкувати за зміною температури в охолоджувальних установках, щоб запобігти будь-яким негативним змінам в наслідок нагрівання.

Можливість контролювати місцезнаходження транспортного засобу на вимогу та перевіряти рівень температури в режимі реального часу дає перевагу людям, відповідальним за цілісність відправлень на борту транспортних засобів.

Постійно зростаюче населення, а також тривала тривалість життя людства протягом багатьох років різко збільшували попит на їжу та медичні товари по всій земній кулі. Це призводить до поширення складських приміщень, середовищ з регульованою температурою та ланцюгів холодного постачання, щоб забезпечити людей щоденними потребами.

На споживчому рівні інформації про проблеми управління ланцюгами поставок дуже мало. Це монументальне завдання транспортувати харчові продукти, фармацевтичні препарати та інші швидкопсувні товари, зберігаючи їх цілісність. Транспортні операції на великі відстані завжди були кошмаром логістики, але коли йдеться про швидкопсувні товари, то мати справу з ще більшою проблемою. Однак розвиток технологій, що базуються на GPS, відкрило шлях до вдосконалених систем управління, що дозволяють власникам підприємств та керівникам контролювати та керувати станом своїх поставок на кожному кроці

Можливість контролювати місцезнаходження транспортного засобу на вимогу та перевіряти рівень температури в режимі реального часу дає перевагу людям, відповідальним за цілісність відправлень на борту транспортних засобів. Є багато речей, які можуть піти не так під час тривалої транспортної операції, і простий нагляд може зіпсувати вантаж на мільйони фунтів, якщо за ним не контролюватимуться належним чином. Це легше сказати, ніж зробити, враховуючи, що в ланцюгах холодного постачання тисячі вантажівок розкидані по континентах для доставки вантажів, чутливих до температури, своїм клієнтам. Системи управління автопарком за допомогою дистанційного контролю температури є ідеальним рішенням усіх проблем, що виникають у мережах холодного постачання щодня. Ланцюг постачання є настільки ж швидким і чуйним, як і потік даних; Системи управління автопарком на основі GPS надають реальну інформацію в режимі реального часу, яка може запобігти перетворенню простої несправності в катастрофічну ситуацію.

Перевезення швидкопсувних продуктів харчування вимагає спеціального обладнання, для того, щоб були дотримані вимоги щодо температури транспортування їжі.

Угода АТР про міжнародні перевезення ШХП та про спеціальне обладнання, яке буде використовуватися для таких перевезень діє з 1976 р. Регулює міжнародні перевезення конкретних продуктів харчування. Описані стандарти для транспортних засобів з можливістю регулювання температури та встановлена система сертифікації обладнання. Угода є прийнята в Європі, США та інших країнах, вона є загальновідомою і ефективною. Однак вона не охоплює усіх товарів, крім харчових продуктів і, окрім того, застосовується лише з обмеженою кількістю швидкопсувних продуктів харчування. Цей документ ставить питання про можливість поширити застосування АТФ на інші швидкопсувні продукти харчування або товари високої вартості.

Національне законодавство передбачає контроль температури під час транспортування або просто визначає діапазон температури зберігання, дозволений для продукту. В останньому традиція зберігається при виборі умови

транспорту, і вказівки даються уповноваженим лише в рідкісних випадках. Однак потреба у взаємодії в ефірі транспортних засобів вже штовхає на перевезення нерегульованих швидкопсувних продуктів або інших швидкопсувних вантажів за допомогою транспортних засобів, які сертифіковані відповідно до угоди АТР.

Угода про АТР- це угода між країнами, що підписали Конвенцію, про транскордонне перевезення швидкопсувних харчових продуктів. Зважаючи на те, що це лише угода, загального органу, що виконує обов'язки, не існує, а дії проти невиконання регулюються лише національним законодавством. До встановлення вільного обігу товарів у межах Європи сертифікація рефрижераторних транспортних засобів перевірялася на кожному перетині кордону; тепер це залишається на випадковий контроль з боку поліцейських служб.

Режим випробувань регулярно оновлюється Робочою групою (WP11) з питань транспортування швидкопсувних продуктів харчування для Комітету внутрішнього транспорту Економічної комісії Європи. Ця робоча група також готує проект Посібника з додаванням коментарів, де це доречно, для роз'яснення або додаткового пояснення тексту.

Метою роботи є підвищення ефективності контролю температурних режимів транспортування швидкопсувних вантажів шляхом додаткового оснащення провідними сенсорами температури терміналів моніторингу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Проаналізувати технології та принципи функціонування супутникових навігаційних систем.

2. Вивчити конструктивні особливості та принцип дії апаратних комплексів й обладнання для контролю температури у системах моніторингу транспорту.

3. Провести теоретичні дослідження характеристик та закономірностей зміни параметрів сенсора температури.

4. Розробити методику та обладнання для калібрування сенсорів температури.

5. Провести тарування сенсора й дослідити хпрактику його вихідної напруги залежно від зміни температури.

6. Обґрунтувати доцільність використання системи контролю температури для онлайн моніторингу транспорту.

Об'єктами досліджень є: сенсор температури, GPS-трекери, методи калібрування і тарування сенсора температури

Предметом досліджень є закономірність зміни параметрів сенсора температури з метою підвищення точності його показників та загальної ефективності використання онлайн системи контролю температури.

Методи досліджень: методи системного аналізу, емпіричний метод – експеримент та спостереження, математична та статистична обробка даних.

Наукова новизна дослідження:

- обґрунтовано методику тарування сенсора й досліджено зміну вихідної напруги залежно від температури, встановлено діапазон вимірювання сенсора.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Навігаційні системи GPS, їх компоненти

GPS – це навігаційна супутникова система, яка працює на основі використання цифрового сигналу (приблизно 1,5 ГГц), яким супутники передають дані на приймач. Після цього пристрій, який отримав сигнал проводить визначення його точного діапазону від супутника і географічне положення супутника.

GP – це окреслене місце розташування на поверхні Землі, яке визначає безпосередньо супутник. Це встановлює лінія положення (LOP) (рис 1.1).

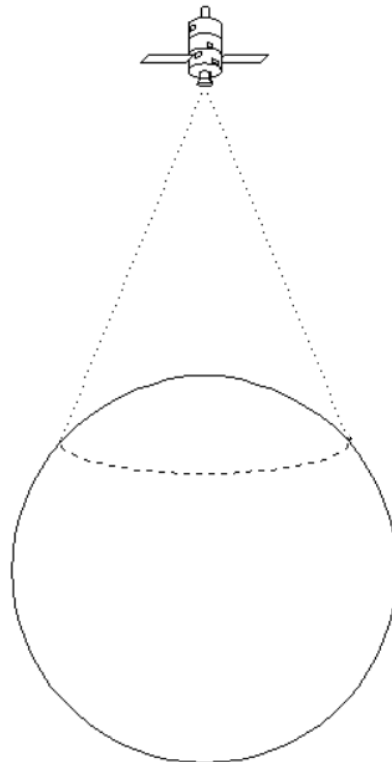


Рисунок 1.1 – Лінія положення на поверхні Землі від одного супутника

Другий супутник окреслює свою LOP, яка забезпечить тільки два можливі місця розташування (рис. 1.2), а третій LOP визначить, який із двох варіантів є дійсним [13], [17].

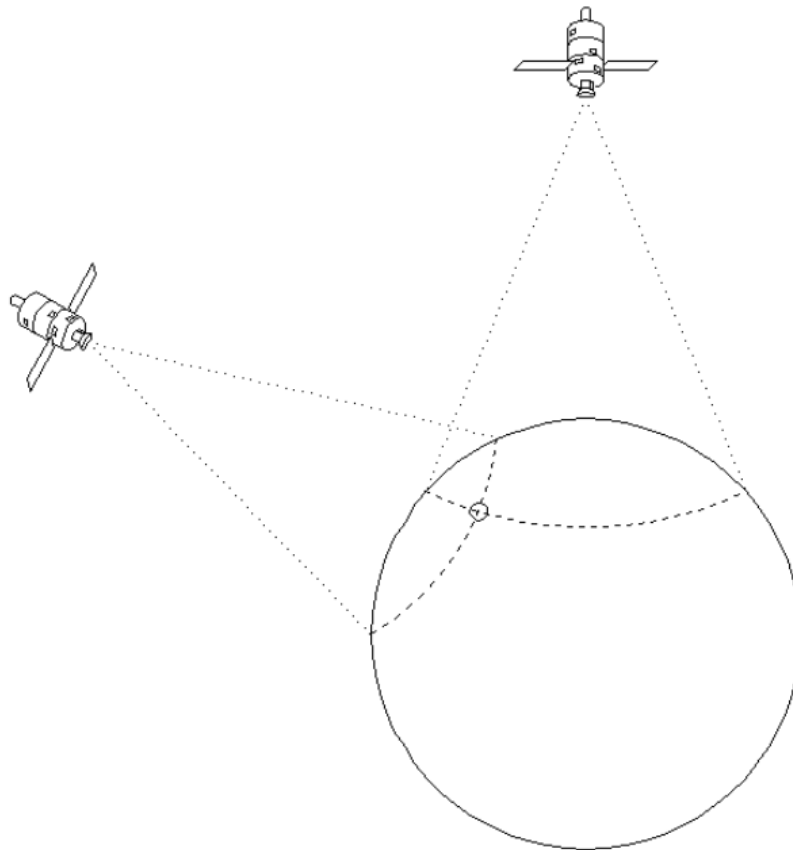


Рисунок 1.2 – Лінії положення (LOP) на поверхні Землі від двох супутників (2-D режим)

Час прийому сигналу визначає дальність приймача від супутників. Сигнал містить дані про час, коли саме він був надісланий. Якщо порівняти отриманий час відправки і час прийняття за допомогою годинника приймача, то можна визначити точну затримку і, відповідно, діапазон. На супутниках використовують точні атомні годинники, які оновлюються відносно головної станції. Недорогі GPS-приймачі використовують додатковий сигнал із четвертого супутника для того, щоб вирішити помилки із часом. В результаті чого, приймач отримує не тільки точну навігаційну фіксацію, але і дані про положення над рівнем моря і точне оновлення внутрішнього годинника.

Для того, щоб система справно працювала, необхідно, щоб постійно видимі були хоча б чотири супутника. Згідно опублікованих даних на земній орбіті, яка становить 20000 км є 21 оперативний супутник і ще три запасних, які облітають земну кулю за дванадцять годин.

Якщо припустити, що 21 супутник є рівномірно розміщені над 4π стерadianами земної кулі. Це дає приблизно $4\pi/21 = 0,6$ стерadiana на кожний супутник. Людина може побачити орієнтовно $1/4$ неба у будь-який час, то ця величина буде дорівнювати π стерadianів, у яких в середньому буде задіяно $\pi/0,65$ супутників [1], [4].

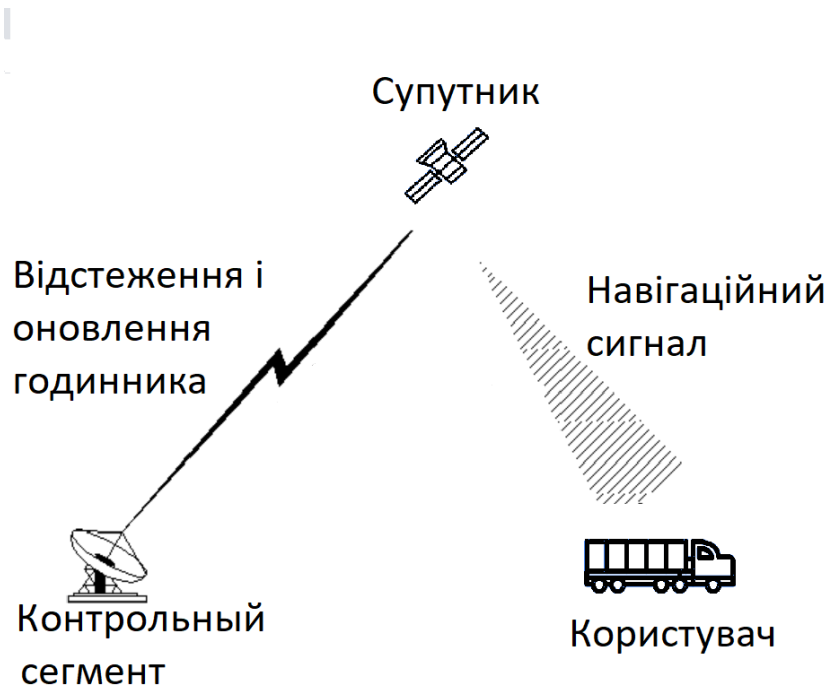


Рисунок 1.3 – Схема GPS системи

У космічний сегмент входить 24 супутника. Кожен із них здійснює кругову подорож один раз за 12 годин по полярних орбітах Землі на висоті, яка приблизно становить 20000 км. Положення супутника, яке є безпосередньо під ним називається географічним положенням. Для полярної орбіти Землі географічне положення рухається орієнтовно вздовж певного меридіана.



Рисунок 1.4 – Схема географічного положення супутника

Як правило, орбіти різних супутників є розташовані з циклічним інтервалом 55° . Типовий орбітальний GPS-супутник показаний нижче.



Рисунок 1.5 – GPS супутник

Головний пункт управління (Main Control System- MCS)- знаходиться в Колорадо-Спрінгс і управляється військово-повітряними силами. Також на Дієго Гарсії, Кваджалейні, Гаваях та Колорадо є п'ять станцій, які здійснюють відстеження супутників та передають інформацію в MCS [9], [10]. У Дієго Гарсії, Кваджалейні та Асценшені є три висхідні антени.

Контрольний сегмент здійснює точне відстеження супутників та оновлює їхні орбітальні параметри та атомні годинники.

Користувацький сегмент- це усі приймачі GPS. Вони приймають сигнал від супутників після чого, визначають положення, висоту над рівнем моря і час виходу. Усі вони містять одну із двох можливих антен для прийому циркулярного поляризованого супутникового сигналу на чітко визначених частотах 1575,42 (L1) або 1227,60 (L2) МГц.

Сигнал, який передається в основному складається із цифрового сигналу з характерним біполярним зсувом фази на 50 біт/с (BPSK), що містить в собі усі навігаційні дані, що передаються на сигналі спектром 1023 МГц, який використовують для:

- кодування ідентичності одного супутника в порівнянні з іншими;
- розширення пропускну здатності сигналу, що в свою чергу зменшує можливі перешкоди від вузько смугових джерел.

Точність GPS-системи загального користування:

- приблизно 53 фути у положенні ;
- 0,3 fps у швидкості;
- 100 нс в часі.

Для запобігання великій точності навігаційних систем можливих ворожих сил, прийнято встановлювати випадкові помилки, які є в межах від 130 до 330 футів. Погіршений сигнал використовується у загальній- Стандартній системі позиціонування (SPS). Чистий сигнал (PPS- система точного позиціонування)- доступний з використання спеціальних дешифраторів, лише для тих користувачів, які є схвалені урядом.

Диференціальний GPS або DGPS- це система вимірювання та виправлення помилок, яка була розроблена поза державною програмою для компенсування введених похибок. Принцип роботи полягає у тому, що певне фіксоване місце отримує сигнал SPS, вимірює випадкові погрішності, виправляє їх та передає уже точні дані іншим користувачам DGPS.

1.2 Термінали для систем моніторингу

Термінал (наприклад FM3101) - це пристрій із прямим підключенням GSM та GPS, який здатний отримувати і обробляти сигнал координат пристроєм та в подальшому передавати мережею GSM. Він ідеально підходить в ситуаціях, коли необхідно отримати швидко точні місця положення віддалених об'єктів (вантажівок, машин, кораблів тощо).

Як правило крім мережевого підключення пристрій має ще вбудовану акумуляторну батарею із додатковим контролером для управління живленням. Таким чином термінал може працювати в аварійному режимі протягом 3-6 годин.

Можливість підтримки великої кількості типів з'єднань, наявність різних класів надійності, швидкість і простота використання, широкий діапазон ціни дає змогу обрати саме те, що потрібно під конкретну задачу. Також дані пристрої легко програмуються за необхідності виконання нестандартних задач. Мультифункціональність робіт терміналу включає виконання таких завдань на віддалених об'єктах, як контроль рівня палива у паливному баку, збір даних про стан двигуна, управління дверцятами тощо.

У разі довготривалої втрати зв'язку функція запам'ятовування дає змогу зберігати усі дані до 1 тижня, якщо зв'язок відновлюється, то усі дані надсилаються через GPRS [22]. Найпоширеніший матеріал для виготовлення корпусу - це різноманітні сплави алюмінію, які при своїй малій вазі забезпечують доволі високий запас міцності та дозволяють експлуатувати термінал у суворих умовах.

Перелік носіїв GSM, які підтримує пристрій:

- EDGE клас 6 (до 177,4 кбіт / с);
- GPRS клас 10 (до 85,6 кбіт / с);
- HSCSD (до 43,2 кбіт / с);
- CSD (до 14,4 кбіт / с);
- SMS (текст / дані);
- USSD (дані).

Підтримка подвійних діапазонів:

- Європейська (та азіатська) версія - 900 МГц / 1800 МГц.
- Американська версія - 850 МГц / 1900 МГц.

Функція AutoPIN вводить PIN-код кожного разу, коли пристрій увімкнено, тоді як SIM-карта все ще захищена кодом.

1.3 Типи трекерів і принцип їх роботи

GPS трекер - це портативний пристрій, який дозволяє користувачам відстежувати його місцезнаходження. Ці пристрої найчастіше використовуються в транспортних засобах, як системи відстеження автомобілів.

Системи GPS-навігації показують водіям їх місцезнаходження на цифровій карті, а потім надають додаткові інструкції з водіння, щоб дістатися до визначеної точки. З іншого боку, GPS-трекери використовують технологію GPS для відстеження поточного місцезнаходження автомобіля та історії поїздок. Далі GPS передаються на комп'ютер, смартфон або планшет.

Трекер використовує процес під назвою трилатерація, який використовує положення трьох або більше супутників із мережі Глобальної навігаційної супутникової системи (Global Navigation Satellite System- GNSS) та його відстань від них для визначення широти, довготи, висоти та часу.

У автомобілі трекер зазвичай живиться від роз'єму бортової діагностики (OBD-II), прикурювача, розетки для аксесуарів або внутрішньої батареї. Потім зібрана інформація передається програмному забезпеченню, яке дозволяє користувачеві збирати та аналізувати дані.

Деякі є активними трекерами, а це означає, що вони можуть надавати користувачам уявлення про глобальне позиціонування в режимі реального часу. Цей тип трекера може бути закріплений у керованій службі. Пасивні трекери зазвичай дешевші за активні, оскільки вони просто зберігають дані GPS для змоги здійснити перегляд пізніше.

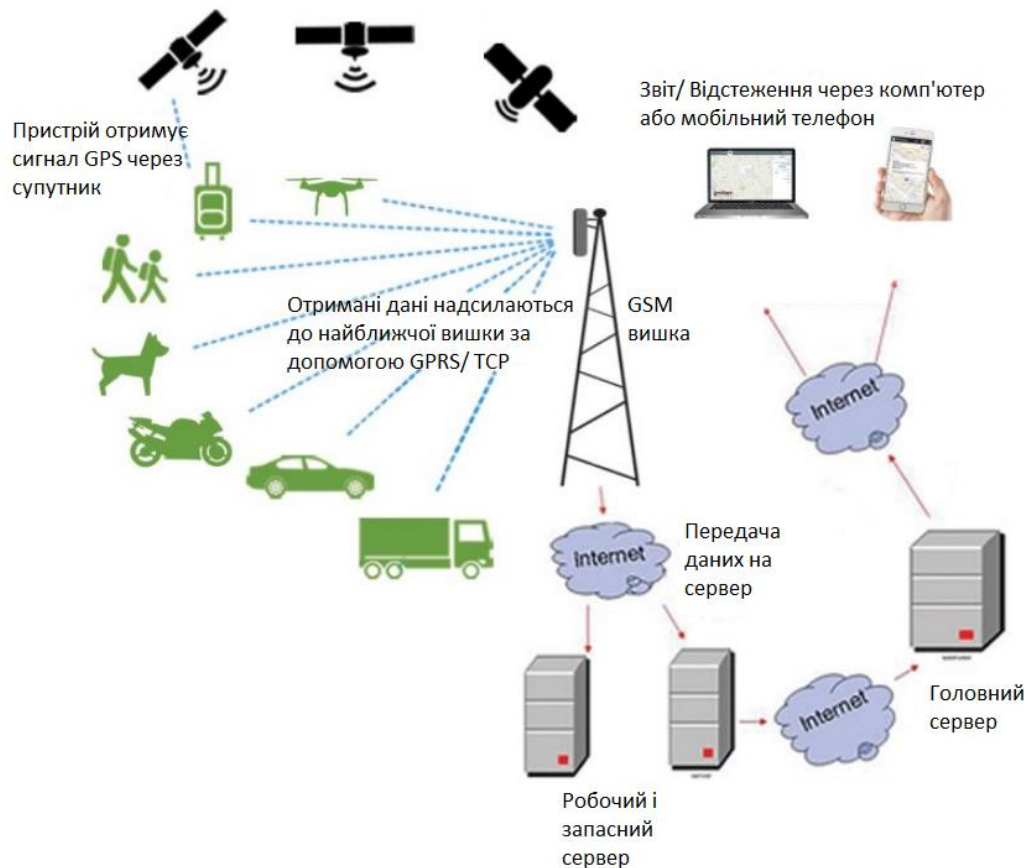


Рисунок 1.6 - Схема роботи та отримання даних GPS трекерів

Відстеження за допомогою GPS-трекерів може бути застосоване для чіткого і своєчасного спостереження стану автопарку підприємства, корегування руху водій на автомобілях, тощо.

Диспетчери отримують достовірну інформацію в режимі реального часу через стільникову мережу GSM, що дозволяє їм стежити за робітниками, цінними речами, пересуванням автомобілів [17], [20], [24].

У випадку, якщо сигнал від супутників GPS є заблокований, чи перерваний в приміщенні або через певну конструкцію, оскільки немає неба, що в свою чергу не дозволяє проникнути сигналу, пристрій шукає сигнали стільникової вежі та виконує триангуляцію сили сигналу стільникової вежі і після цього намагається оцінити своє приблизне розташування.

Точність до 50 метрів може бути досягнута в міських районах, через високий рівень мобільного трафіку і велику кількість телефонних вишок.

Сільські та запусілі райони, які мають значно меншу кількість веж на квадратний кілометр- відповідно мають значно більшу похибку.

1.4 Сенсори температури для використання у системах моніторингу

На даний час контроль температури холодильного агрегату здійснюється віддалено знімаючи усі дані за допомогою сенсорів температури. Усі пристрої безперервно віддалено контролюють і передають отриману інформацію в цифровий журнал, який є сумісний із цифровим записником [15], [23].

Якщо холодильник або морозильна камера раптово вийшли з ладу, а поруч нікого немає, температурний сенсор значно полегшить можливі наслідки, завдяки попередженням, що будуть надходити з центрального блоку керування давачами, чи терміналу на телефон та диспетчерський комп'ютер.



Рисунок 1.7 Схема роботи сенсора температури

Переваги встановлення температурних сенсорів моніторингу:

1. Попереджування. Вчасно виявлені проблеми допомагають уникнути невдач і їхнього негативного впливу на репутацію. Лише одна поломка кулера протягом ночі може призвести до додаткових затрат в 18000 доларів за псування продуктів харчування. Отримання поточного температурного статусу в

реальному часі для кожної частини рефрижератора за допомогою віддаленого моніторингу значно зменшить можливий ризик;

2. Масштабоване рішення. Можливість вдосконалення систем моніторингу, відповідно до потреб, та в міру того, як зростає робота. Доступні в ціновому сегменті та масштабовані рішення спостереження на віддалі за допомогою великого різновиду сенсорів. Швидке налаштування, яке займає менше 15 хвилин, для змоги швидкого переглянути виміряні дані;

3. Спеціальні сповіщення. Система моніторингу може бути додатково налаштована, щоб повідомити користувача про можливі неполадки за допомогою сповіщення на телефон, чи дзвінка. Таким чином можна запобігти поломкам без додаткового обстеження транспорту та систем;

4. Проста автоматизація. Встановлення температурних сенсорів у рефрижератори значною мірою полегшує виконання моніторингу та перевірки температурних режимів, що в свою чергу значно зменшує кількість часу, яка є необхідна для здійснення обстеження холодильних установок;

5. Глобальний доступ. Теперішні системи моніторингу включають зручні програми для ОС Android та iOS і можливість підключення в інтернеті в будь-якому місці і в будь-який час та проведення спостереження, чи перевірки температурних показників із чітко визначеними геоданими;

6. Безпосереднє володіння. Можна експортувати визначені та збережені дані до будь-якої програми. Веб-хуки та API надаються одразу, після купівлі сенсорів для подальшого впорядкування потоку отриманих даних до іншого програмного забезпечення;

Завдяки необмежені варіації можливостей передачі даних легко отримати необхідну інформацію про терміни проведення технічного обслуговування та подальше прийняття інших розумних рішень

1.5 Технології перевезень швидкопсувних охолоджених продуктів

Для того, щоб зберегти швидкопсувні продукти необхідно забезпечити правильні температурні режими, особливо під час перевезення. Зовнішній вигляд не вказує на якість, але є однією із основних характеристик товару згідно якого здійснюється вибір, а при порушених нормах перевезення можуть відбутися зміни, які супроводжуються такими проблемами, як зміна кольору, деструкція текстури, ріст мікробів та посиніння- проблеми, які можуть виявитися досить дорогими для роздрібних торговців.

Транспортування швидкопсувних вантажів в першу чергу включає в себе холодильні агрегати, а також енергію, необхідну для їх роботи, чітко сформульовані вимоги відносно цілісності вантажу. В наслідок перерахованих раніше факторів та складових, продукти холодного ланцюга в більшості випадків несуть значно більші транспортні витрати у порівнянні із їхніми стандартними аналогами [3], [5], [21].

Холодильники для зберігання є лише однією ланкою із довгого ланцюга. Тимчасове зберігання під час виконання транспортування є не менш важливе для забезпечення відповідної якості продуктів харчування, фармацевтичних препаратів, чи ,навіть, квітів. Для підтримування сталої температури використовують рефрижератори, які своєю дією уповільнюють швидкість хімічних змін та збільшення кількості мікроорганізмів.

Із кожним роком збільшується попит на якісну логістику швидкопсувних охолоджених продуктів, а власники підприємств, які займаються даною галуззю змушені швидко пристосовуватися до нових потреб та знаходити баланс між найбільш безпечним транспортування товарів та економічним контролем витрат [8], [11], [12].

Обладнання холодної ланки, яке використовується під час транспортування, може включати ізотермічне обладнання у якого добре ізольовані двері, стіни та підлога, для того, щоб мінімізувати теплообмін між продуктами в середині фургона та зовнішнім середовищем.

Висновок за розділом

1. Навігаційна супутникова система GPS, призначена для передачі геоданих транспортних засобів та їхнього візуального відображення на карті. Додаткові сенсори дозволяють отримати дані про місце розташування, висоту, швидкість руху, температуру та іншу інформацію. Усі записи автоматично зберігаються і є доступними не тільки в реальному часі, але і для перегляду після надсилання в будь-який час. Використання пристроїв для відстеження є зручним і простим і не вимагає великих грошових затрат.

2. До сучасних методів і способів контролю за температурою рефрижератора відносять: підключення до центральної CAN-шини, встановлення різноманітних температурних сенсорів провідникового і без провідникового типів.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕНСОРА ТЕМПЕРАТУРИ

2.1 Дослідження конструкційних параметрів моделі датчика рівня рідини

Температура- це напрямлена величина, яка може частково залежати від часу та місця, що характеризує певний енергетичний стан вимірювального середовища.

$$T = T(x, y, z, t) \quad (2.0)$$

де x, y, z — координати простору, t — час, T — числова величина температури, що вимірюється у двох шкалах: Кельвіна та Цельсія.

Контроль рідких та газоподібних середовищ, можна легко здійснити майже в усіх точках. Вимірювання твердих тіл, в більшості випадків є обмежене розмірами поверхні тіла. У температурних сенсорах, які найчастіше використовують необхідно обов'язково забезпечити хороший контакт середовища, що вимірюється із сенсором (контактним термометром), що в свою чергу дає можливість точного виміру температури середовища. Однак, в певних випадках використовують сенсори безконтактного вимірювання температури, в яких принцип визначення температури середовища і тіла відбувається на підставі вимірювання теплового (інфрачервоного) випромінювання (пірометр - термометр радіаційний, а для унікальних випадків- тепловізор). Основна вимога, яка ставиться до температурного сенсора- це максимальна точність відтворення локального температурного розподілу, а також усі її зміни у часі [21].

Описана вище вимога- пов'язана з функціональними причинами — може бути виконана не повністю. Для зручності розміщення сенсора і покращення реакції на температуру, його габарити мають бути мінімальними і при цьому потрібно забезпечити найбільш можливо малу теплоємність. Для того, щоб зберігати температуру сенсора відмінною від загальної температури корпусу, запчастини, чи вузла на якому він встановлений, необхідно забезпечити правильну термоізоляцію температурного датчика відносно кріплення.

Теплоємність більшої частини сенсорів, вироблена ними під час активного стану, має зберігатися на найнижчому рівні ($x < 1$ мВт), через те, що вона впливає на спотворення вимірювальних результатів.

T-постійна часу, що забезпечує динамічну поведінку температурного сенсора. Вона завжди вказує на той час, який необхідний для сенсора при стрибаючі зміні температурних показників, для того, щоб досягти власного заключної величини в об'ємі: 99%, 90 %, чи 63 %. Не тільки сенсорна теплоємність впливає на час, але і коефіцієнт тепловіддачі середовища. Швидкість отримання кінцевого показника сенсора залежить від величини коефіцієнта. Для рідких середовищ- величина значення є більша за газоподібні.

Коефіцієнт тепловіддачі також залежить від швидкості існуючого потоку у середовищі v . Отже його значення пропорційне \sqrt{v} . Звідси постійна часу температурного сенсора вказують для конкретної швидкості потоку середовищ.

Під час вимірювання температури у автомобілі в більшості випадків використовується залежність температури опору електричних матеріалів з негативним, чи позитивним коефіцієнтом температури.

До дільника напруги додають протилежний залежний або нейтральний температурний опір для перетворення показника зміни опору у аналогову величину (напругу).

Для безконтактних сенсорів температури (пірометричних) використовують бюджетні мікросистемні технології, через що вони і знайшли своє загальне застосування для забезпечення комфорту (вимірювання температури, запобігання запотівання вікон, клімат контроль в салоні відповідно до потреб), а також для захисту пасажирів і водія (контрольоване спрацьовування автомобільних подушок безпеки відносно положення пасажирів)

Температура, яка зазвичай вимірюється у більшості автомобілях подана у таблиці 2.1.

Різні діапазони вимірювання, велика кількість концепцій та різновид технології виробництва зумовили існування найбільш різноманітних форм

виконання сенсорів. Найчастіше температура, що вимірюється є допоміжною величиною, яка має компенсувати погрішності та різноманітні небажані параметри дії. Через залежність температури та фізичних процесів, які залежать від неї існує велика кількість способів для точного температурного вимірювання.

Виділяють ті методи, під час яких дія температури є добре виражена і переважаюча, а ще проходить за можливості відповідно до лінійної характеристики.

Важливі також інші критерії:

- економічне масове виробництво
- повільне старання та великий ресурс роботи
- високий показник ступеня відтворюваності

Таблиця 2.1 Точки вимірювання та діапазон температури в автомобілі

Точка вимірювання	Діапазон, °C
Випарник кондиціонера	-10...50
Повітря на виході нагрівника	-20...60
Навколишнє середовище	-40...60
Салон	-20...80
Батарея	-40...100
Паливо	-40...120
Повітря в шині колеса	-40...120
Охолоджуюча рідина	-40...130
Всмоктуване повітря	-40...170
Моторна олива	-40...170
Відпрацьовані гази	100...1000
Супорт дискового колісного гальмівного механізму	-40...2000

З урахуванням усіх аспектів існують наступні сенсори, які використовують у автомобілях.

Електричні резистори- це біполярні елементи які в свою чергу є залежними від величини температури і використовуються для її вимірювання. Існують такі види: товстошарові та тонкошарові, металокерамічні і монокристалічні, плівкові та дротяні сенсори.

У більшості випадків вони живляться струмом, який підводиться, для того, щоб перетворити сигнал у аналоговий із сталим опором R_v (рис. 1.1), або підключаються до одного із існуючих дільників напруги.

Початкова характеристика сенсора $R(T)$ переходить у інакшу характеристику $U(T)$ при проходженні згідно схеми ділення напруги:

$$U(T) = U_0 \frac{R(T)}{R(T) - R_0} \quad (2.1)$$

Під час встановлення сталого струму живлення I_0 характеристика опору відтворюється точно:

$$I(T) = R(T) \cdot I_0 \quad (2.2)$$

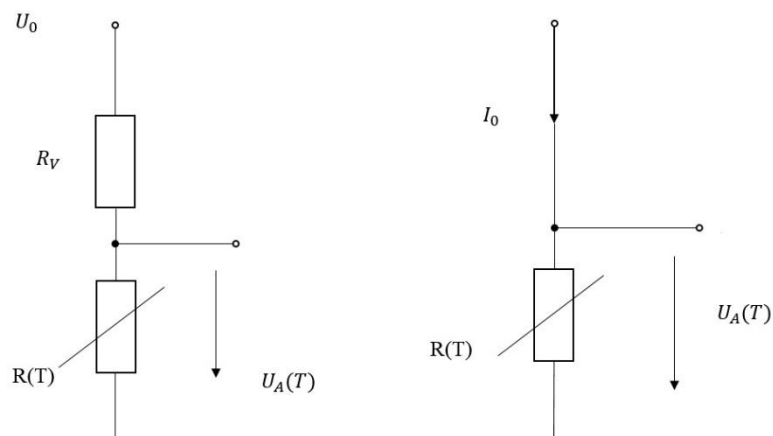


Рисунок 2.1 – Схеми методів перетворення величини опору в напругу.

I_0 - Струм живлення; U_0 - напруга живлення; R_v – незалежний від температури додатковий опір; $R(T)$ – залежний від температури опір, що вимірюється; $U_A(T)$ – напруга вихідна.

Залежно від схеми, під час використання дільника напруги- чутливість вимірювання погіршується, однак вона носить легко зігнуті прогресивні криві опору із загальним лінеаризаційним ефектом. Зазвичай додатковий опір обирають так, щоб певне його значення дорівнювало вимірювальному пору при точно заданій температурі T_0 (наприклад 20°C):

$$R_v = R(T_0) \quad (2.3)$$

При незадовільній точності виготовлення сенсору, його можна додатково налаштувати до необхідної величини, використавши паралельний опір R_p та додатковий послідовний опір R_s – як відносно коефіцієнта температури (T_K), так і відносно опору (при нормальному зазначенні температури)

Невелике зниження температурного коефіцієнта T_K і зміна характеристик відбувається у наслідок підключення сталого опору.

Низька вартість та дуже хороший вимірювальний ефект створили попит на використання напівпровідникових резисторів, які є виконані із змішаних окислених кристалів та бінарно з'єднаних важких металів та кисню (оксидів).

Під час етапу спікання утворюють форму диска чи гранули і отримують полікристалічний тип структури. Через різко спадаючі температурні характеристики їх ще називають термісторами, чи терморезисторами.

За допомогою поданого нижче експоненціального закону можливо описати їхні характеристики:

$$R(T) = R_0 \cdot e^{B \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}, \quad (2.4)$$

де $R_0 = R(T_0)$;

B параметр;

T значення абсолютної температури (за шкалою Кельвіна).

Від робочої точки залежить процентна зміна опору з урахуванням температури або спад графіку (T_K):

$$TK = -B/T^2 \quad (2.5)$$

Під час зростання показника температури помітно різке зменшення спаду характеристичної кривої

Значення зміни опору в сталих межах 4...5 порядків, наприклад, з 100 К Ω відбувається зміна до пари десятків Ω . Діапазон вибору від -40°C до 850°C породжений сильною залежністю від температури.

Обмежена похибка не може бути досягнута ні під час шліфовки, ні в процесі відбору, що в свою чергу впливає на ціну

Неточності сенсора зберігаються впродовж усієї експлуатації, через високу стійкість до старіння та великий ресурс експлуатації.

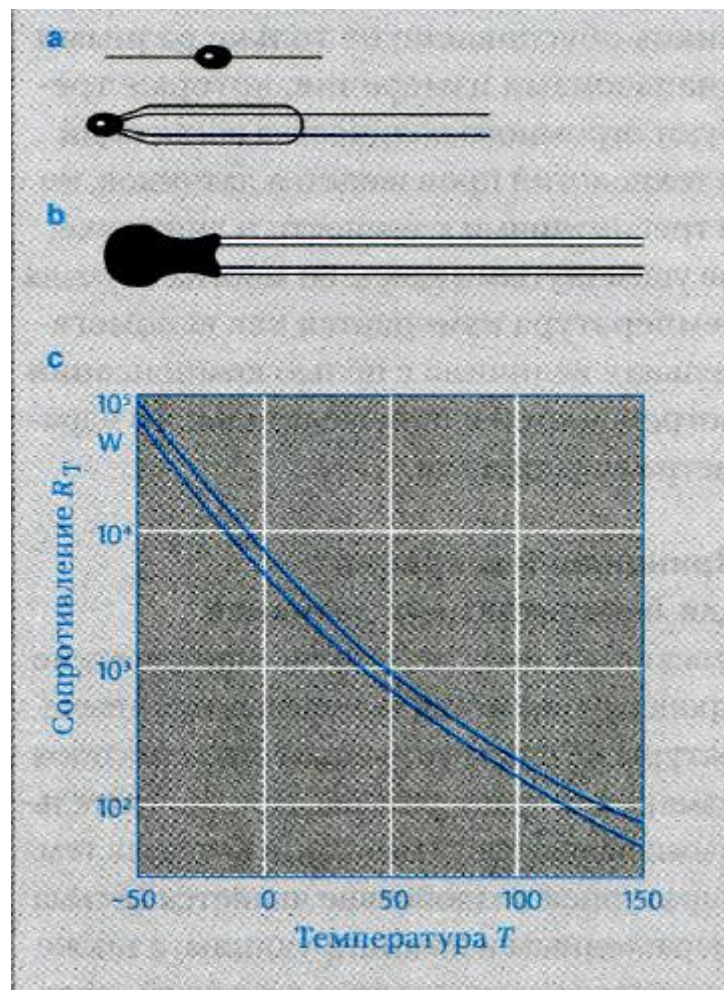


Рисунок 2.2 – Температурні сенсори із негативним температурним коефіцієнтом

а– у формі гранули; б– у формі диску; в– межі допуску для характеристичної кривої.

Високу точність разом із двома температуро-нейтральними резисторами встановленими у підкладку схеми, що вимірює є характеристикою для тонкоплівкових металевих резисторів. Ці резистори можна робити із дуже вузьким діапазоном похибки та великим експлуатаційним ресурсом. Стандартний метод нарізки дає змогу обрати матеріал для основи (пластик, скло, кераміка) і додатковий захисний шар (залівка пластиком, керамічне, чи скляне покриття) для захисту від шкідливих факторів зовнішнього довкілля.

Якщо порівняти сенсори із металевими шарами та напівпровідникові мінерально-керамічні сенсори, то перші характеризуються достатньо низькою загальною залежністю від температури, але значно кращими характеристиками відтворюваності та лінійності.

Усі отримані дані від сенсора можна описати рівнянням:

$$R(T) = R_0(1 + \alpha \Delta T + \beta \Delta T^2 + \dots), \quad (2.6)$$

де $\Delta T = T - T_0$ і $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (еталонна температура).

Коефіцієнт β у більшості випадків має дуже низьке значення для металів, але достатньо вагоме. Вимірювальна чутливість описаних сенсорів зазвичай характеризується середнім ТК «ТК 100». ТК 100 дорівнює середньостатистичному нахилу характеристичної кривої, що знаходиться в діапазоні $0^\circ\text{C}—100^\circ\text{C}$.

Найбільш низький ТК є характерний для платинових (Pt) резисторів, але при цьому вони вважаються найбільш стійкі до процесу старіння резистивних сенсорів температури і найбільш точні. Їхні позначення «РТ-100» або «РТ-1000», які найчастіше зустрічаються, вказують на номінальний опір, який дорівнює написаному числу після позначення «РТ» (100Ω або 1000Ω є номінальним опором при температурі 20°C), при максимальній похибці до $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для вимірювання температури до 1000°C використовують товстошарові платинові сенсори, де сам платиновий шар є стабілізований за допомогою спеціально підібраних добавок. Через високий питомий опір товстих шарів, негативний та позитивний температурні коефіцієнти- ці температурні сенсори використовують частіше у компенсаційних цілях. Їхні нелінійні характеристики є не настільки викривлені в порівнянні до вигнутих характеристик резисторів з НТК і можуть бути змінені за допомогою лазерного променя.

Можливість інтеграції додаткових пасивних і протилежних до них- активних елементів схеми з можливістю первинної обробки сигналу безпосередньо у точці вимірювання можлива для сенсорних чіпів, які можуть

бути виготовлені із кремнію (Si) чи інших напівпровідникових монокристалічних матеріалів.

Через обмежений допуск їхнє виробництво відбувається згідно принципу опору розтіканню.

Протікаючи крізь вимірювальний резистор струм з поверхневої точки контакту у напівпровідниковий матеріал Si, де під час руху розширюється плавно до нижньої частини чіпа сенсора, який перекриває в свою чергу протилежний електрод.

Дублювання сенсорів в положенні, яке є протилежне при послідовному підключенні здійснюють для одержання хорошої залежності від полярності.

Часто нижній електрод виконують, як металевий температурний контакт без будь-якого електричного функціоналу, але чутливість вимірювання майже в двічі є більша за чутливість аналогічних платинових резисторів ($T_K = 7,73 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$).

Крива металевих сенсорів є значно менше зігнута в прогресивному напрямі характеристичної кривої температури в порівнянні із монокристалічними резисторами.

Верхня межа вимірювального діапазону 150°C обумовлена власною провідністю матеріалу, а деякі моделі можуть бути застосовані при 300°C .

Для вимірювання в діапазоні $> 1000^\circ\text{C}$ - використовують термопари.

Принцип їхньої роботи полягає в тому, що з'являється електрична напруга за рахунок відмінності температур T_1 і T_2 на кінцях провідника (ефекту Зеєбека). Дана напруга U_{th} напряму залежить від величини різниці температур ΔT . Для визначення «теплової напруги» U_{th} використовують формулу:

$$U_{th} = c \cdot (T_2 - T_1) = c \cdot \Delta T \quad (2.7)$$

Термопарою визначається тільки різниця температур між вимірювальним матеріалом та матеріалом кабелів, які використовуються, через те, що провідник для вимірювання даного виду напруги має мати хороший контакт із сполучними кабелями, на котрі також впливає температура.

Еталонним матеріалом з яким зазвичай співвідносять термічну напругу- є платина. Для того, щоб добитися максимальних значень напруги на виході використовують суміші різноманітних матеріалів, наприклад поєднання константану та заліза. Кожен із стержнів термопари мають на своєму кінці зварне, вите, чи паяне з'єднання, яке сприймає та передає вимірювальну температуру.

Як правило подовжувачі, що зчитують сигнал виготовляють тільки із аналогічних матеріалів, їх називають “компенсаційні дроти”. Одночасно під впливом температури перебувають обидва кінця термопари, тобто вони вимірюють тільки температурну різницю, до початкової точки вимірювання. Використовуючи резистивний сенсор, можна визначити абсолютну температуру у точці вимірювання.

У більшості випадків залежність термічної напруги від вимірювальної температури є неповністю лінійною. Для того, щоб підсилити усі малі та слабкі сигнали і їх лінеаризацію використовують схеми перемикання, які є інтегрованими. Для збільшення величини вимірювальної напруги використовують послідовне з'єднання однакових термопар, які виходять на еталонну температуру за допомогою “холодних клем” і на вимірювальну температуру через так звані “гарячі клеми”.

Через достатньо низький внутрішній опір і при цьому високий рівень безпеки, яка стосується електромагнітної сумісності термопари вважаються надійними і непоганими приладами для вимірювання.

Похибка у визначенні величини температури для термопари може становити до 15°C. Низька стійкість старінню і достатньо низька точність, яку неможливо покращити за допомогою калібрування. Для виробництва термопар можливі два вида технологій: тонкошарові і товстошарові технології. Під час накладання шарів металу один на другий- утворюється дуже хороший тепловий контакт. Використовуючи теперішні мікротехнології можна добитися виготовлення термопар найменш можливих розмірів. Найбільше вони підходять

для створення термостовбців під час створення яких використовують 50...100 компонентів і в подальшому використовуються для пірометрів безконтактної дії.

2.2 Дослідження характеристик температурних сенсорів

Термістор, який знаходиться у сенсорі є з негативним коефіцієнтом температури, а при нагріванні опір сенсора падає. При використанні охолоджувальної рідини із високою температурою отримуємо низький опір (70 Ом +2% при 130°C), а при низькій температурі- високий опір (100700 Ом + 2% при -40°C). На сенсор, який вимірює температуру охолоджувальної рідини подається напруга 5 В електронним блоком керування крізь резистор із сталим опором, який є в середині контролера. Контролер по падінні величини напруги на сенсорі з температурним опором визначає температуру охолоджувальної рідини. При нагрітому двигуні до робочої температури падіння напруги на сенсорі є низьким, а на холодному є великим.

Рівняння для опису залежності опору температурного сенсора у діапазоні робочих температур:

$$R_d = A \cdot e^{\frac{1}{T} \cdot B}, \quad (2.9)$$

де R_d — опір, який видає сенсор при певній температурі;

T температурне значення, К;

e основа натурального логарифма;

A і B коефіцієнти, які є характерними для сенсора.

Дану залежність називають температурною характеристикою. Підставивши відомі значення опору і відповідні до них температури можна обчислити коефіцієнти A і B . Для полегшення обрахунку можна використати опір сенсора при середній температурі в кімнаті $T_1 = 293\text{K}$ (20°C) та ще одну величину опору сенсора при $T_2 = 373\text{K}$ (100°C).

Після підстановки цих значень, система рівнянь відносно A і B виглядає так:

$$B = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{R_1}{R_2} \quad (2.10)$$

$$A = R_1 \cdot e^{-\frac{1}{T_1} B} \quad (2.11)$$

Після розв'язування даних рівняння і подальшої підстановки отриманих коефіцієнтів співвідношення (2.2) у рівняння (2.1) одержимо температурну характеристику для описаного температурного сенсора

Підключення сенсора до контролера за схемою здійснюється за схемою на рис. 2.3

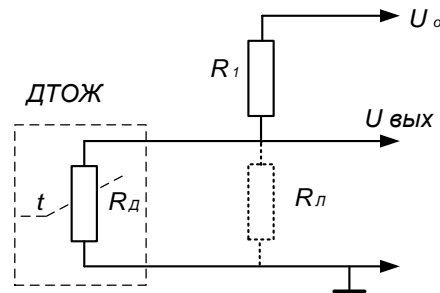


Рисунок 2.3 Схема підключення температурного сенсора

Струм у електричному ланцюзі не має перевищувати 1mA, саме під даний параметр підбирають величину опору.

Напруга на виході температурного сенсора розраховується за формулою:

$$U_{ВЫХ} = \frac{U_0}{R_1 + R_d} \cdot R_d, \quad (2.12)$$

Опір температурного сенсора можна визначити через вихідну напругу, при умові, що U_0 і R_1 є відомими:

$$R_d = \frac{U_{ВЫХ}}{(U_0 - U_{ВЫХ})} \cdot R_1, \quad (2.13)$$

Хоча функція і є нелінійною, але її лінійність можна підвищити за допомогою включення додаткового резистора R_L паралельно до сенсора. За допомогою правильного підбору резистора його лінійність можна підвищити у достатньо широкому температурному діапазоні.

2.3 Дослідження характеристик електричної дросельної заслінки

Схема із можливістю регулювати опір за допомогою рухомого контакту також включає в себе резистивний сенсорний елемент, тобто резистивний сенсор положення. Він вважається перетворювачем з безперервною функцією перетворення, через що немає короточасних втрат інформації та не накопичуються погрішності. Зміна опору R_0 РСП під час роботи відбувається за лінійним законом:

$$R(x) = \frac{X}{X_{\max}} R_0, \quad (2.14)$$

де $\frac{X}{X_{\max}}$ - переміщення контакту.

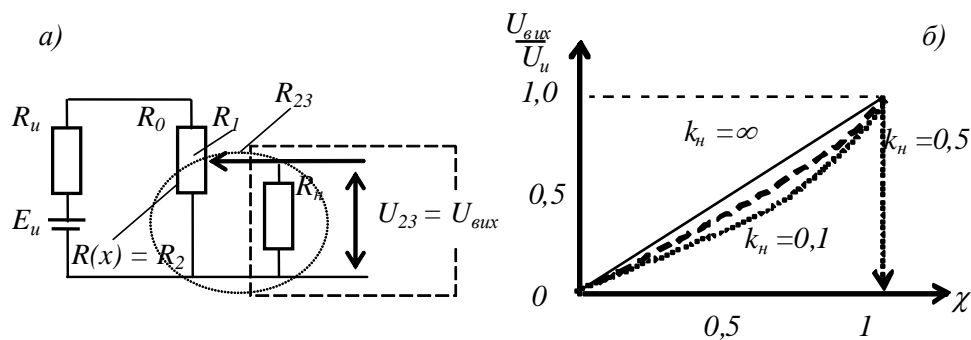


Рисунок 2.4 – Схема під'єднання та характеристика резистивного сенсора положення

До ЕРС з опором R_H підключається РСП з опором R_0 . Напруга сенсора, що подається на наступний ступінь перетворювача з внутрішнім входним опором R_H розраховується за формулою:

$$U_{\text{вих}} = \frac{E_H R(x)}{(R_H + R_0)[1 + R(x)/R_H] \cdot [1 - R(x)/R_H + R_0]} \quad (2.15)$$

У окремо виділеному випадку, якщо живлення живлення сенсора від джерела напруги ($R_{\text{дж}} = 0$), отримаємо $E_{\text{дж}} = U_{\text{дж}}$. При цьому опір R_{23} і вихідний сигнал РСП є пропорційний $R(x) = R_2$.

$$U_{23} = \frac{U_{\text{дж}} R_{23}}{(R_1 + R_{23})}, \quad \text{де} \quad R_{23} = \frac{R_2 R_H}{(R_2 + R_H)}. \quad (2.16)$$

Якщо немає навантаження на резистивний сенсор $R_H = \infty$, $R_0 = R_1 + R_2$, і тому $U_2/U_{\text{дж}} = R_2/R_0$, функція перетворення є лінійною. При множині реальних режимів функція стає нелінійною, а умова $R_H = \infty$ є неможливою

Переміщення контакту РСП, що рухається, що рухається в умовних одиницях x , може здійснюватися від 0 до 1 у схемі ДН з параметрами $(R_0, U_{дж})$ У такому випадку функція $U_{23} = f(\chi)$

В цьому випадку функція перетворення $U_{23} = f(\chi)$ визначається за формулою:

$$U_{вих} = \frac{U_{ож} k_H \chi}{(k_H + \chi - \chi^2)}, \quad (2.17)$$

де $k_H = R_H/R_0$ - навантажувальний коефіцієнт.

Похибку нелінійності резистивного сенсора обумовлена тим, що відхилення відношення $U_{вих}/U_{дж}$ сенсора, що навантажується в порівнянні із ненавантаженим

Величина нелінійності відносної похибки $\xi_{НЛ}$ визначається за формулою:

$$\xi_{НЛ} = \frac{(\chi^3 - \chi^2)}{(k_H + \chi - \chi^2)}. \quad (2.18)$$

В залежності від переміщення і опору навантаження змінюється чутливість сенсора положення і параметр $\xi_{НЛ}$. При величині $\xi_{НЛ} = 2/3$ - спостерігається найбільше відхилення для реальної кривої у порівнянні із ідеальною:

$$(\xi_{НЛ})_{\max} = \frac{4k_H}{27}. \quad (2.19)$$

З метою лінеаризувати функцію перетворення в схему РСП додають резистор R_L - опір лінеаризації. Окрім вимірних характеристик сенсора положення заслінки додатково потрібно дослідити осцилограми вихідних сигналів та сигналів для керування приводом.

Електричний сигнал- це електричний процес, який вважається складним та містить в собі інформацію. Параметри: смуга частот, тривалість, потужність і амплітуда, та інші впливають на кількість інформації за допомогою певного типу сигналу.

Осцилограф- це прилад з допомогою якого можливо візуально побачити процеси, які відбуваються у різноманітних електричних ланцюгах, включно і високовольтну систему. Число каналів осцилографа чітко визначає кількість

сигналів, які можна одночасно підключити до приладу і переглянути їхню осцилограму.

Канали розподіляють на такі групи:

- осцилографічні універсальні канали- використовуються для зняття електричних сигналів виконавчих механізмів і приладів управління, осцилограм сигналів сенсорів;

- канали первинної напруги- в більшості випадків мережа вимірювання становить 600-1000 В;

- канали вторинної напруги- призначені для того, щоб підключити ємнісні сенсори високої напруги, які встановлюють на високовольтні дроти, або сенсори призначені для систем запалення, у яких немає високовольтних дротів. Вимірювальна межа становить 50 кВ.

- кабелі-суматори- використовують для того, щоб підключити до осцилографа будь-яку кількість циліндрів і переглянути їхню осцилограму, так, як підключивши тільки один канал вторинної напруги не буде можливості подивитися осцилограму одного циліндра.

- канали синхронізації- сприймають підключенні до них індуктивні сенсори синхронізації від різних джерел синхросигналів, так і від високовольтних сигналів (сенсори положення колінчастого валу). Для кожного каналу основними вимірювальними параметрами є межі вимірювання (граничні значення напруги, яке може бути подане на перший канал), вхідний опір (чим більше значення вхідного опору, тим менше змін вносить прилад, який здійснює вимірювання електричного ланцюга, зазвичай вхідний опір є не менший за 1 МОм).

Частота дискретизації- це один із основних параметрів, який показує кількість вибірки сигналу, яку здійснює прилад за одиницю часу. Даний параметр впливає на достовірність та точність картинки, яка відображається на екрані приладу і в свою чергу відображає процес, який відбувається в час вимірювання у електричному ланцюзі. Особливо важливий цей параметр під час виконання робіт з ланцюгами запалення, через те, що саме в них найбільш

швидкоплинні процеси (широка зміна амплітуди за дуже короткий час-пробивання іскрового проміжку). При занадто малій частоті дискретизації- не вдається зафіксувати параметри роботи електричного ланцюга системи запалення з достатньою точністю, наприклад- напруга пробою- це максимальна величина напруги, яка знаходиться між моментами вибірки величини значення сигналу.

Запам'ятовувальні можливості. В загальному осцилографи розділяють на ті, які можуть запам'ятовувати сигнали і ті, у яких даного модуля пам'яті і можливості запису- немає. Саме для подальшого аналізу є необхідність у запам'ятовуванні осцилограм. Зазвичай дана необхідність виникає тоді, коли осцилограма має можливість змінитися, також має короткостроковий, чи непередбачуваний змінний характер, який можна порівняти при глибокому аналізі записаних осцилограм.

2.4 Методика для проведення лабораторних досліджень з використанням осцилографа. Результати досліджень температурного сенсора рідини для охолодження

Для проведення дослідження залежності опору сенсора від температури використовується ще один цифровий сенсор температури DS18B20, у якого заявлена точність вимірювання становить $0,5^{\circ}\text{C}$. Для того, щоб перевірити роботу сенсора та побудувати графік, величина температурних значень змінювалася у межах $0..100^{\circ}\text{C}$. Дане вимірювання повторювалося 3 рази для більшої точності. Після того, як отримали усі значення, були вираховані температурні коефіцієнти сенсора, та виводилась на панель сенсора- його графічна характеристика. Поряд із цим була визначена характеристика потенціометра для того, щоб в подальшому симулювати температурну характеристику сенсора. Відповідно до

даних отриманих під час експерименту та визначених коефіцієнтів сенсора температури за допомогою формули 2.2 побудований графік характеристики зміни опору залежності від температури (Рис. 2.5). Усі табличні значення подані у таблиці 2.2, R_e - дані отримані експериментально, R_p - дані розраховані за формулою 2.1

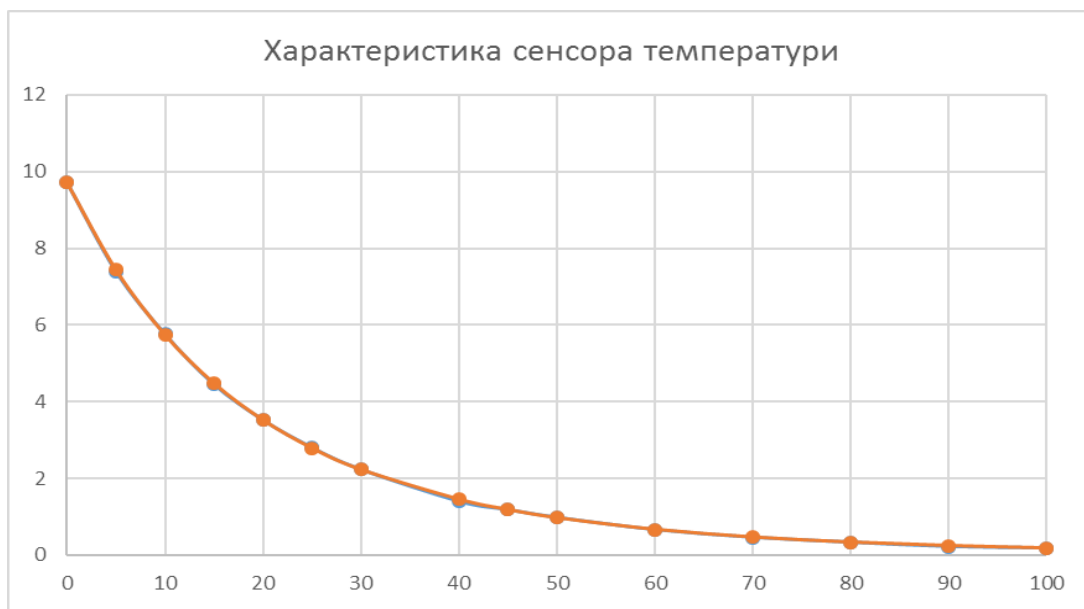


Рисунок 2.5 – Графік експериментальних та розрахункових характеристик сенсора температури

Значення коефіцієнтів $A=3,356 \cdot 10^{-6}$, $B=4061,943$.

Таблиця 2.2 - Залежність зміни опору сенсора від зміни температури

R_p , кОм	R_e , кОм	$T^{\circ}\text{C}$
9,72	9,72	0
7,44	7,4	5
5,75	5,76	10
4,48	4,45	15
3,52	3,52	20
2,79	2,8	25
2,23	2,23	30
1,45	1,4	40
1,18	1,18	45
0,97	0,98	50

0,67	0,66	60
0,47	0,46	70
0,33	0,33	80
0,24	0,22	90
0,18	0,18	100

Графік розрахункової характеристики температурного сенсора рідин для охолодження з межами $-40\dots 120^{\circ}\text{C}$, зображено графіком на рисунку 2.2. Для більшої зручності відображення дані у логарифмічні шкалі по сенсорному опорі, через те, що його характеристика має експоненціальний характер.

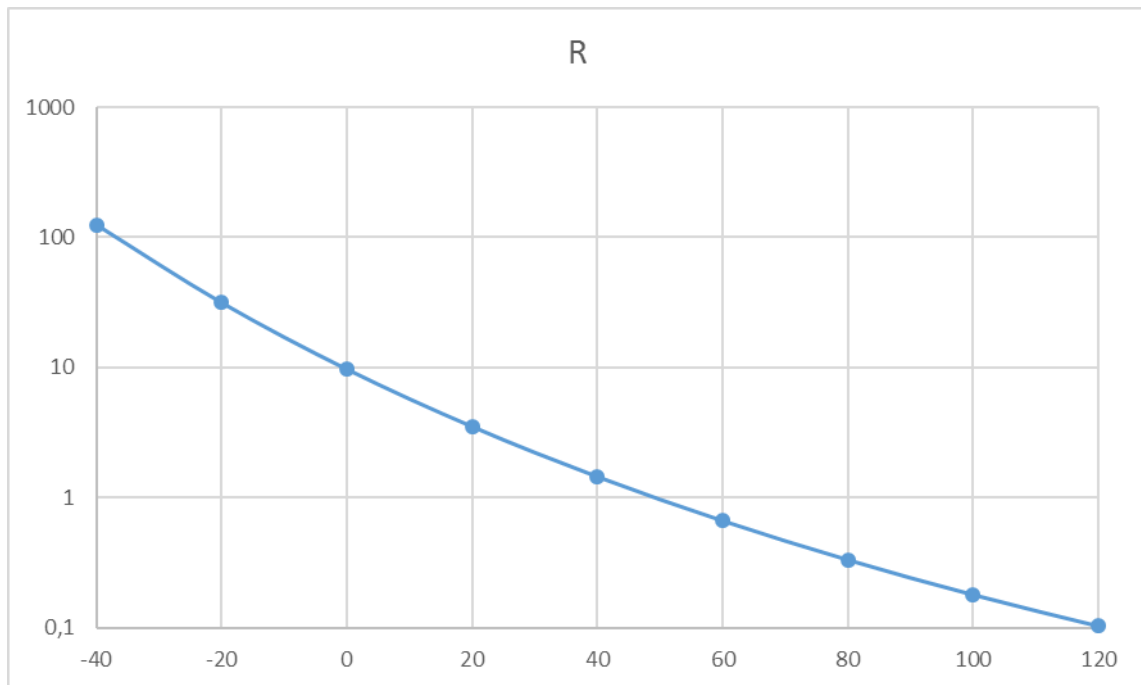


Рисунок 2.6 – Розрахована характеристика температурного сенсора

Якщо скласти схему з рис. 2.1 використавши при цьому різні значення опору по живленню, отримаємо наступну таблицю даних та ще один графік, який є зображений на рис 2.3. Усі характеристики вихідної напруги були виміряні із точними значеннями опорів: 1кОм, 3кОм та 5кОм.

Таблиця 2.3 Зміна вихідної напруги від зміни опору живлення

U _{вих,5} кОм	U _{вих,3} кОм	U _{вих,1} кОм	Re,кОм	T ⁰ С
1	2	3	4	5
3,30	3,82	4,53	9,72	0
2,98	3,56	4,40	7,4	5
2,68	3,29	4,26	5,76	10
2,35	2,99	4,08	4,45	15
2,07	2,70	3,89	3,52	20
1,79	2,41	3,68	2,8	25
1	2	3	4	5
1,54	2,13	3,45	2,23	30
1,09	1,59	2,92	1,4	40
0,95	1,41	2,71	1,18	45
0,82	1,23	2,47	0,98	50
0,58	0,90	1,99	0,66	60
0,42	0,66	1,58	0,46	70
0,31	0,50	1,24	0,33	80
0,21	0,34	0,90	0,22	90
0,17	0,28	0,76	0,18	100

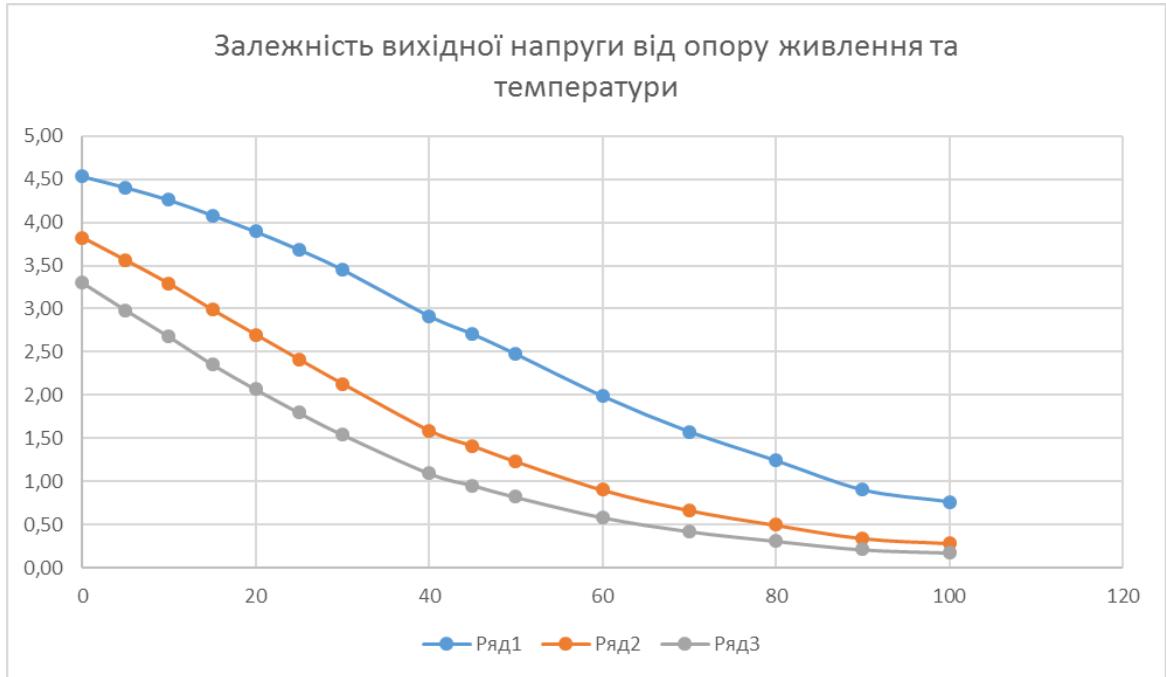


Рисунок 2.7 – Графік залежності вихідної напруги від зміни величини опору живлення та температури

Дослідження зміни величини вихідної напруги від значення опору лінеаризації дає змогу перевірити лінеаризацію вихідного сигналу. Значення опорів лінеаризації: 1кОм, 3кОм, 5кОм та 10кОм. На рисунку 4.4 зображені графіки зміни величини вихідної напруги при зміні значень опору лінеаризації.

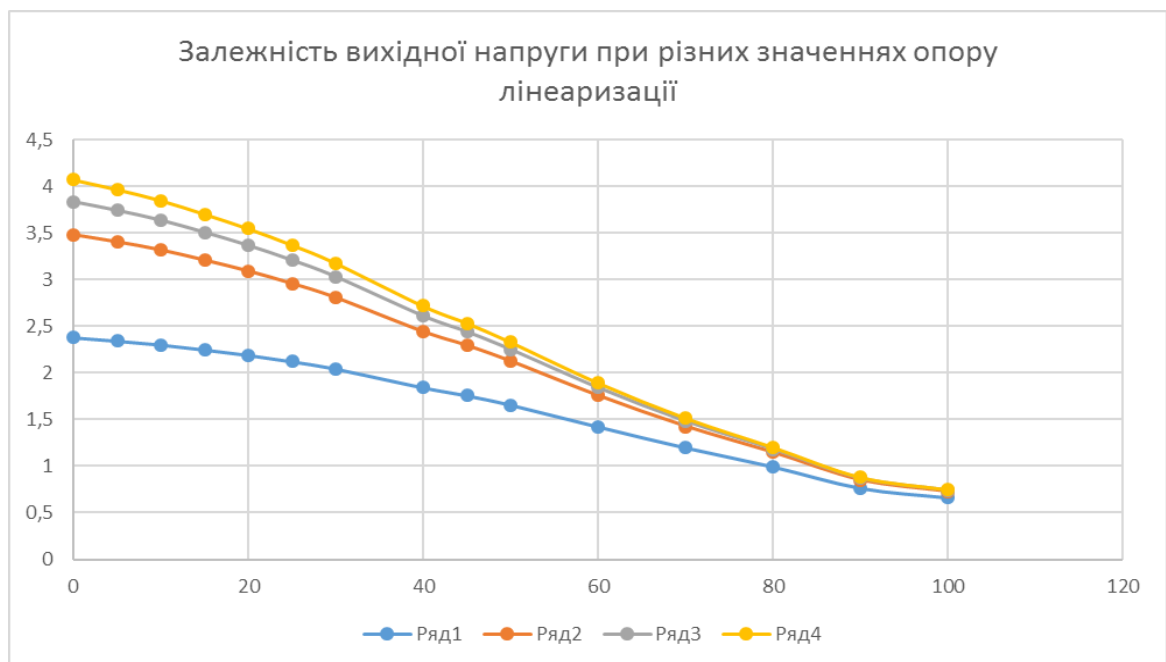


Рисунок 2.8 Графік залежності величини вихідної напруги від температури при різних значеннях опору лінеаризації.

Із наведених графіків помітно, що найбільш лінійну (пологу) характеристику було отримано під час використання 1 кОм опору живлення та 3 кОм опору лінеариції.

Висновок за розділом

Запропоновано температурний сенсор, який дозволяє швидко та надійно отримувати інформацію про температуру у рефрижераторі з простим підключенням до GPS-трекера за допомогою дротового зв'язку і подальшою передачею даних на ПК. Давач має невеликі габаритні розміри, легко монтується і забезпечує безперебійну подачу даних про температуру.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕМПЕРАТУРНОГО СЕНСОРА

3.1 Пристрої для моніторингу температури в режимі реального часу

Під час виконання робіт пов'язаних із сенсором температури необхідно дотримуватися усіх рекомендованих дій і заходів, які є встановленими виготівником та правилами техніки безпеки і охорони праці, а також правила і додаткові заходи посібника з експлуатації.

Персонал, який виконує будь-які роботи із температурним сенсором, повинен мати рівень кваліфікації, який відповідає вимогам.

До виконання робіт з сенсором персонал допускається після вивчення посібника з експлуатації

Teltonika FMB125– це трекер із об'єднаними в одному приладі GNSS-антенною, яка розташована зовні і з GSM-антенною, яка знаходиться всередині, із додатковим Bluetooth- модулем і продубльованим акумулятором для більшої автономності і безпеки. FMB125 дає можливість користувачеві використовувати для роботи різноманітні інтерфейси, цифровими давачами рівня палива (LLS), навігаційними приладами типу Garmin, та зчитувачами RFID. Підтримка цифрових входів і виходів та системи 1-Wire інтерфейсу дозволяє використовувати даний пристрій і для моніторингу значень температури. Додатково можна підключити CAN-адаптери, які дають змогу отримувати дані не тільки з легкових автомобілів, але і з с/г техніки, спецтехніки та грузових автомобілів інших напрямів [2], [14], [16].

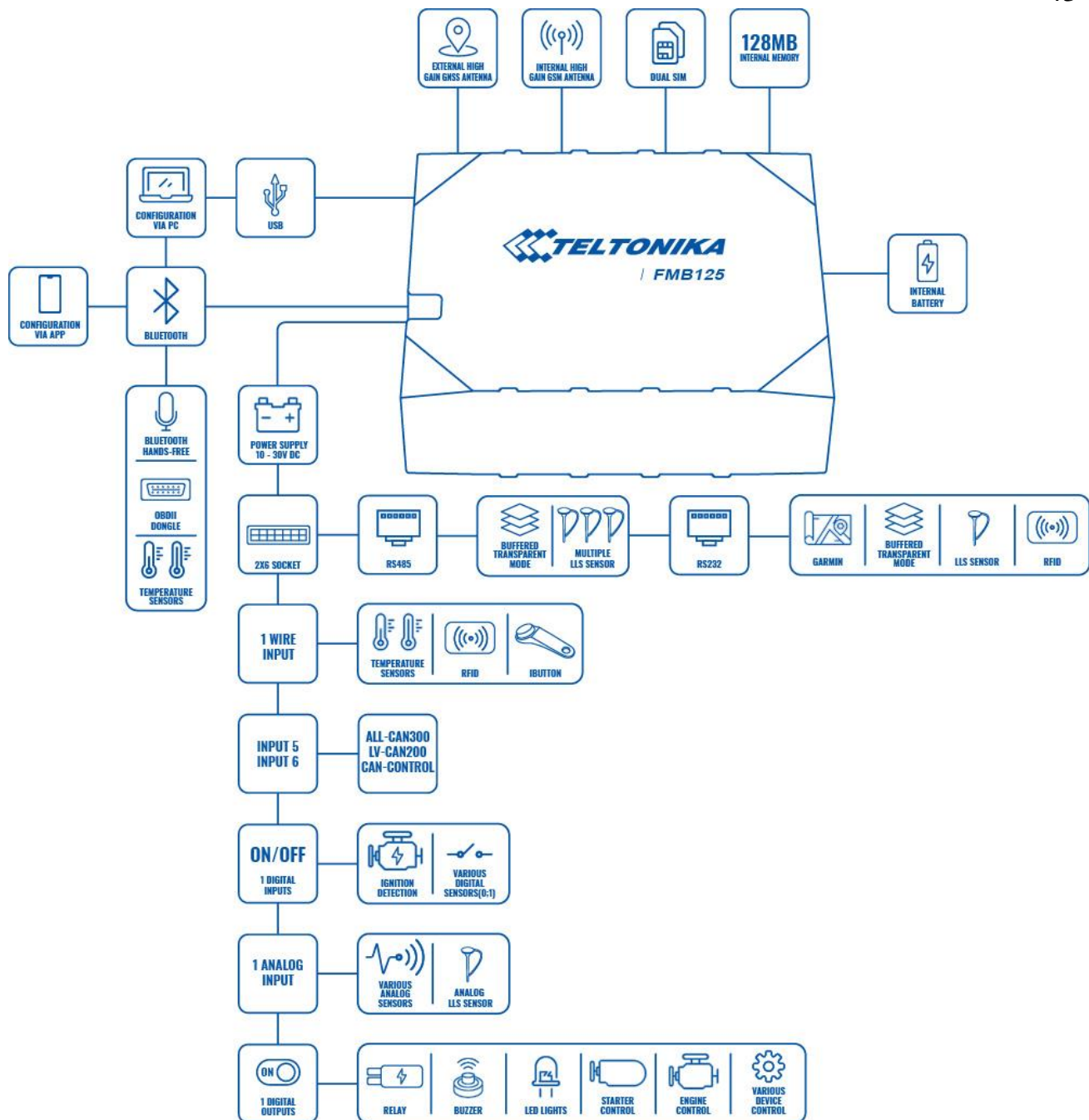


Рисунок 3.1 - GPS-трекер TELTONIKA FMB125

FMB125- це професійний і компактний ГЛОНАСС/GPS трекер з внутрішньою, посиленою GSM-антенною і додатковою- зовнішньою GNSS-антенною. Він призначений для комплексного збору даних і передавання точного положення через GSM на центральний сервер. Використовується для визначення координат віддалених об'єктів: каршерінг, служби таксі, управління автопарком, грузоперевезення, громадський транспорт, логістика та легкові автомобілі.

FMB125 використовується для додаткового контролю за роботою двигуна, рівнем палива, відкриття/закриття дверей, автономної передачі температурних замірів.

Відмінні особливості:

- для збільшення надійності передачі даних використовується дів SIM карти. Навіть, якщо основна SIM карта відключиться FMB125 залишиться в мережі. Використання двох SIM карт значно зменшує затрати на роумінг, так, як першу SIM карту можна використовувати для дому, а другу для передачі даних із роумінгу;
- підтримка Bluetooth 4.0 + LE, що дозволяє під'єднуватися до трекера без використання контактних проводів та підключати різноманітні датчики до нього;
- зчитування даних з CAN-шини ТЗ. При використанні CAN-адаптера Teltonika можна в реальному часі отримати необхідні дані із любого виду транспорту. Список автомобілів, що підтримуються містить в собі більше 1900 різноманітних моделей;
- наявність RS232/RS485 дає змогу підключити кілька датчиків рівня і використання палива LLS, зчитувачі RFID, навігаційні пристрої GARMIN та інші з RS232/RS485;
- високий рівень чутливості, майже миттєвий гарячий старт і швидкий холодний- гарантують, що увесь маршрут транспортного засобу відслідкується з найбільшою точністю;
- компактні розміри, простий і швидкий монтаж;
- автотрекінг в реальному часі із застосування швидкої передачі даних;
- комплексний і розумний збір даних на основі даних часу, кутів, діапазону швидкостей, запалювання, відстані і любых інших даних на входах і виходах;
- швидка передача зчитуваних даних через GPRS (TCP/IP и UDP/IP протоколи);
- розумний алгоритм з'єднання GPRS для економії трафіку;
- робота в роумінг згідно списку відібраних операторів GSM;

- активний “чорний” список сотових операторів, які не бажано використовувати;
- реєстрація входу і виходу і швидке повідомлення SMS чи по GPRS;
- 5 геозон (круглої та прямокутної форми);
- автоматичне геозонування і швидке виявлення буксирування для захисту від крадіжки автомобіля;
- визначення буксирування з додатковим використанням акселерометра;
- мінімальне енерговикористання- менше за 6 мА (Deep Sleep);
- online Deep Sleep- режим безперервного зв'язку з сервером;
- використання GPRS (FOTA) для налаштування та повне оновлення
- три варіанта режимів роботи залежно від оператора (невіомо, домашній регіон і роумінг);
- при відсутності сигналу GNSS – синхронізація часу NTP (Network Time Protocol);
- синхронізація часу NITZ (Network Identity and Time Zone) при можливій відсутності GNSS сигналу;
- вбудовані додаткові функції та програми: захист від перевищення швидкості для збереження життя водія та попередження штрафів, імобілайзер, ідифікація водія (1-Wire iButton ID з підтримкою до 500 iButton ключів);
- відстеження часу роботи на холостому ході;
- контроль початку та завершення поїздки.

3.2 Технічні характеристики

Таблиця 3.1 Основні характеристики трекера

Характеристика	Короткий опис
1	2
Габаритні розміри, мм	65 x 56,6 x 20,6
Вага, г	55
Bluetooth	Підключення датчиків температури та вологості Налаштування Голосові дзвінки з використанням Bluetooth
GNSS	Відслідковування: 33 канала Чутливість: 165 дБм Швидкий старт: <1 с Теплий старт: <25 с Холодний старт: <35 с Протокол NMEA-183 GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BEIDOU, SBAS, QZSS, DGPS, AGPS Точність: <3 м
Інтерфейси	1 цифровий вхід 1 аналоговий вхід 1 цифровий вихід 1-Wire® (iButton®, сенсор температури, RFID) RS232 RS485 Внутрішня антена GSM Зовнішня антена GNSS 2 LED світлодіода 2.0 Micro-USB

Продовження таблиці 3.1

1	2
Акумулятор	170 мА*Г, Li-Ion Батарея 3,7 В
Діапазон робочих температур	-40°C...+85°C
Передача даних	GPRS клас 12, СМС (текст/дані), Bluetooth приймач-передатчик повністю сумісний із Bluetooth 4.0 + LE для підключення додаткових пристроїв
Живлення	10...30 В постійного струму із додатковим захистом

3.3 Монтаж сенсора температури DS18B120 через інтерфейс 1-Wire

Перед виконанням робіт по підключенню температурного датчика необхідно переконатися наступному:

Надійний електричний та механічний контакт загального вимикача маси

Наявність контакту між клемою “мінус” АКБ із клемою “маси” (при умові, що на автомобілі відсутній загальний вимикач маси)

Усі електропроводи надійно прикріплені до рами автомобіля, чи корпуса кабіни і відсутні будь-які пошкодження електроланцюгів

Напруга в бортові мережі не перевищує необхідних норм (30 В)

Важливо дотримуватися правильного підключення усіх виводів згідно схеми рекомендованої виготівником FMB125



Рис. 3.2 Схема розташування виводів FMB125

Таблиця 3.2 назви і опис контактів

№ контакту	Назва контакту	Опис
1	VCC (10-30)V DC (+)	Електроживлення (10-30 В постійний струм)
2	AIN 1	Аналоговий вхід каналу 1. Діапазон вхідного каналу 0-30 В (постійний струм)
3	RS232-RX	RS-232. Вхід для прийому даних через RS-232
4	RS232-TX	Вихід для передачі даних через RS-232.
5	DIN 1	Цифровий вхід, каналу 1.
6	INPUT 6	TX EXT (LVCAN – TX).
7	GND (-)	Заземлення
8	DOUT 1	Цифровий вихід, каналу 1. Вихід с відкритим колектором. Максимум. 3,3 А постійного струму
9	RS485-A	Сигнальний провід А для RS-485.
10	RS485-B	Сигнальний провід В для RS-485.
11	1WIRE DATA	Данні для пристрою 1-Wire.
12	INPUT 5	RX EXT (LVCAN - RX).

При виконанні усіх робіт пов'язаних із монтажем датчика температури необхідно відключити усі електроспоживачі автомобіля від "+" клеми живлення. Для проведення монтажу сенсора температури DS18B120 до трекера FMB125 необхідно зберегти правильність та послідовність підключення усіх контактів та додаткового резистора. Для виконання даного завдання використано схему зображену на рисунку 3.3.

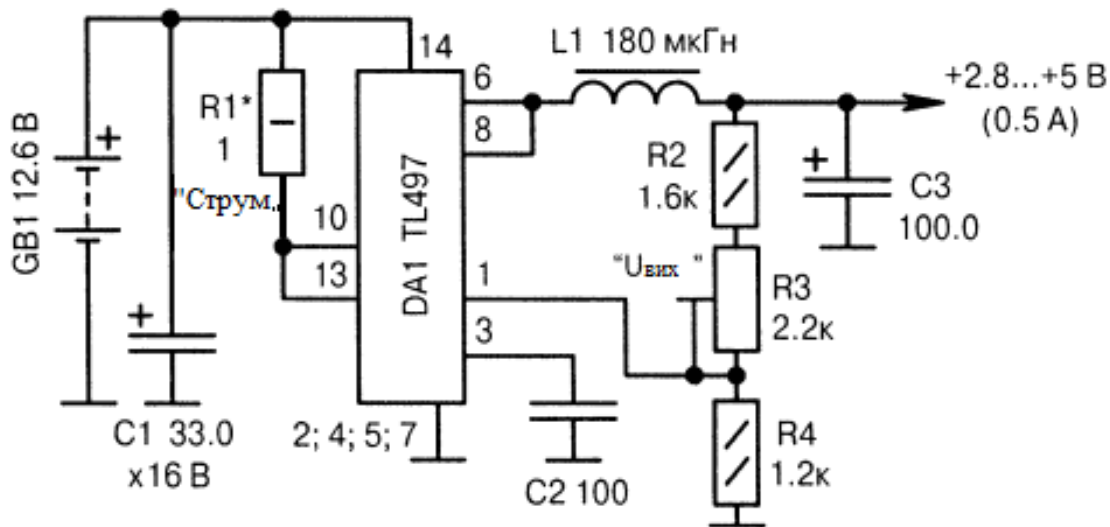


Рис. 3.3 Схема підключення сенсора температури DS18B120

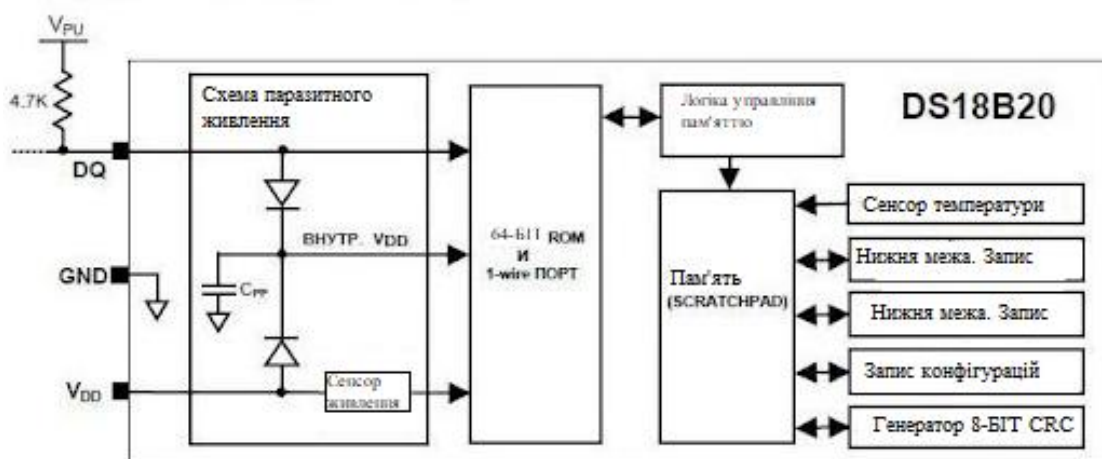


Рисунок 3.4 - Блок-схема DS18B20

3.4 Конфігурація термінала Teltonika FMB125 та додавання сенсорів для відображення у системі моніторингу WIALON

Після успішного підключення сенсора температури DS18B120 до трекера FMB125 необхідно:

Перевірити на дефекти усі проводи

Переконатися в правильному підключенні сенсора температури

Провести загальний зовнішній огляд на відсутність дефектів, які могли з'явитися після монтажних робіт

Провести налаштування і калібрування перетворювача напруги живлення давача

Підключити трекер Teltonika FMB125 до джерела живлення, додати сенсор для подальших робіт із ним у програмному забезпеченні Teltonika.

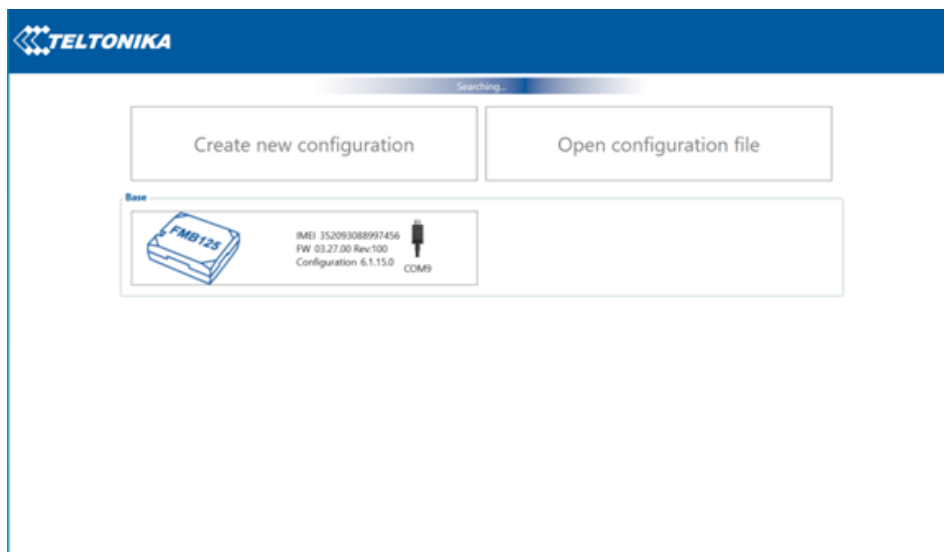


Рисунок 3.5 - Меню підключення трекера FMB125 до комп'ютера у програмному забезпеченні Teltonika

Для того, щоб відкрити меню керування FMB125 і додати сенсор температури необхідно підключити вихід трекера із комп'ютером, у програмному забезпеченні Teltonika знайти підключення і обрати піктограму

підключеного пристрою. Після усіх зроблених дій потрібно відкрити меню для вибору сенсора (рис. 3.6).

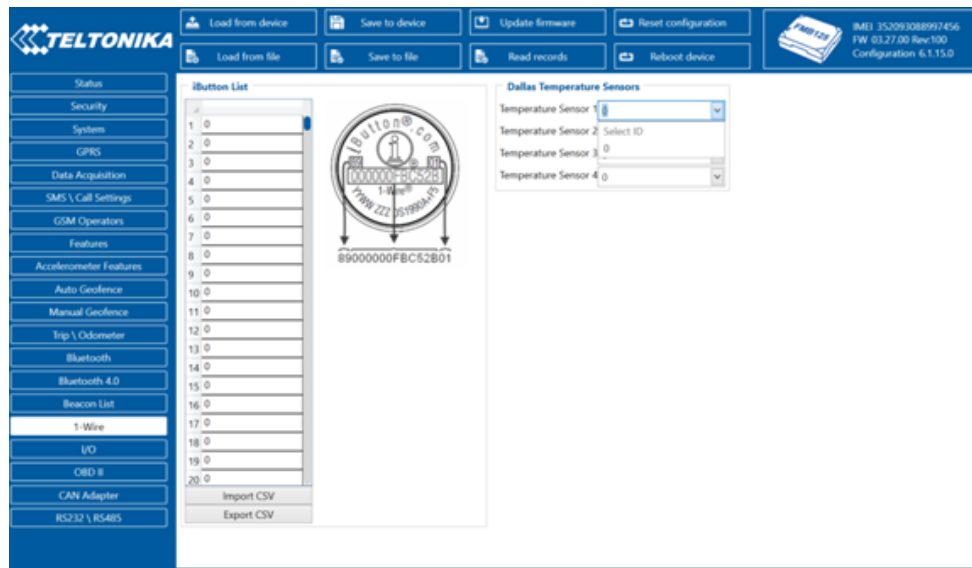


Рисунок 3.6 - Меню вибору сенсора температури

Як тільки температурний сенсор буде обрано та підключено, необхідно провести налаштування даних для зчитування, їхні коефіцієнти вагомості та частоту оновлення та надсилання їх на центральний сервер користувача для здійснення відслідковування (рис. 3.7).

Input Name	Current Value	Units	Priority	Low Level	High Level	Event Only
Fuel Rate GPS	0	l/h*100	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Axis X	852	mg	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Axis Y	567	mg	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Axis Z	-911	mg	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
ICCID	8938001290103110216		None Low High Panic			Crash Yes No
Dallas Temperature 1	0	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature 2	0	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature 3	0	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature 4	0	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature ID 1	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature ID 2	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature ID 3	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Dallas Temperature ID 4	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Button	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
RFID	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LLS 1 Fuel Level	38	kwarts or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LLS 2 Fuel Level	4	kwarts or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No

Рисунок 3.7 - Налаштування зчитувальних даних для подальшої їхньої передачі

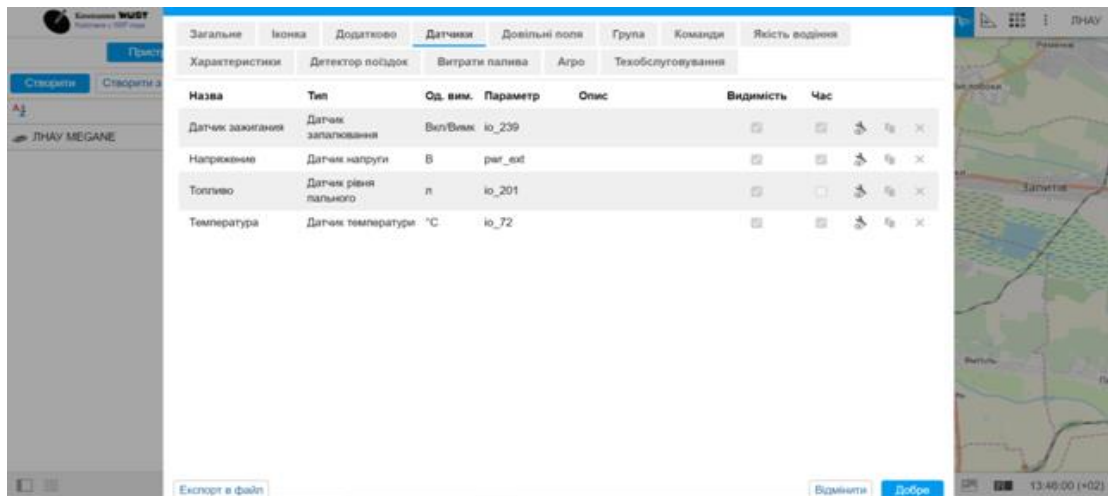


The screenshot shows the Teltonika configuration interface. At the top, there are buttons for 'Load from device', 'Save to device', 'Update firmware', 'Reset configuration', 'Load from file', 'Save to file', 'Read records', and 'Reboot device'. Below these is a navigation menu with options like Status, Security, Systems, GPS, Data Acquisition, SMS \ Call Settings, GSM Operators, Features, Accelerometer Features, Auto Geofence, Manual Geofence, Trip \ Odometer, Bluetooth, Bluetooth 4.0, Beacon List, I/O (selected), OBD II, CAN Adapter, and RS232 \ RS485. The main area displays the 'I/O' configuration table.

Input Name	Current Value	Units	Priority	Low Level	High Level	Event Only
LIS 1 Fuel Level	39	liters or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 2 Fuel Level	-4	liters or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 3 Fuel Level	-4	liters or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 4 Fuel Level	-4	liters or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 5 Fuel Level	-4	liters or l	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 1 Temperature	16	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 2 Temperature	-128	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 3 Temperature	-128	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 4 Temperature	-128	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
LIS 5 Temperature	-128	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
Eco Score	0		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
User ID	0x0000000000000000		None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
BLE Temperature #1	3000	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
BLE Temperature #2	3000	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
BLE Temperature #3	3000	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
BLE Temperature #4	3000	°C	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No
BLE Battery #1	0	%	None Low High Panic	0	0	Crash Yes No

Рисунок 3.8 - Налаштування коефіцієнтів вагомості

Після проведення вище зазначених дій у програмі Teltonika, трекер FMB 125 передає дані із підключеного до нього сенсора температури. У розділі “Датчики” відображається новий рядок “Датчик температури”, це свідчить про правильність підключення та налаштування трекера.



The screenshot shows the Wialon TMS interface. The 'Датчики' (Sensors) section is active, displaying a table of connected sensors. The table has columns for Name, Type, Unit, Parameter, Description, Visibility, and Time. The sensors listed are: Датчик заповнення (Fuel level sensor), Напруга (Voltage sensor), Топливо (Fuel sensor), and Температура (Temperature sensor).

Назва	Тип	Од. вим.	Параметр	Опис	Видимість	Час
Датчик заповнення	Датчик заповнення	Вел/Вимк	ю_239			
Напруга	Датчик напруги	В	reg_ext			
Топливо	Датчик рівня пального	л	ю_201			
Температура	Датчик температури	°C	ю_72			

Рисунок 3.8 - Відображення підключених датчиків у TMS – системі Wialon

3.5 Схема живлення та монтування терміналу з дротовим сенсором температури

Для здійснення підключення терміналу до ПК потрібно забезпечити його необхідним ,відносно параметрів, джерелом живлення (АКБ), попередньо налаштувати перетворювач напруги на величину 5 В, під'єднати кабель від терміналу до комп'ютера. Після виявлення трекера FMB 125 необхідно здійснити налаштування.

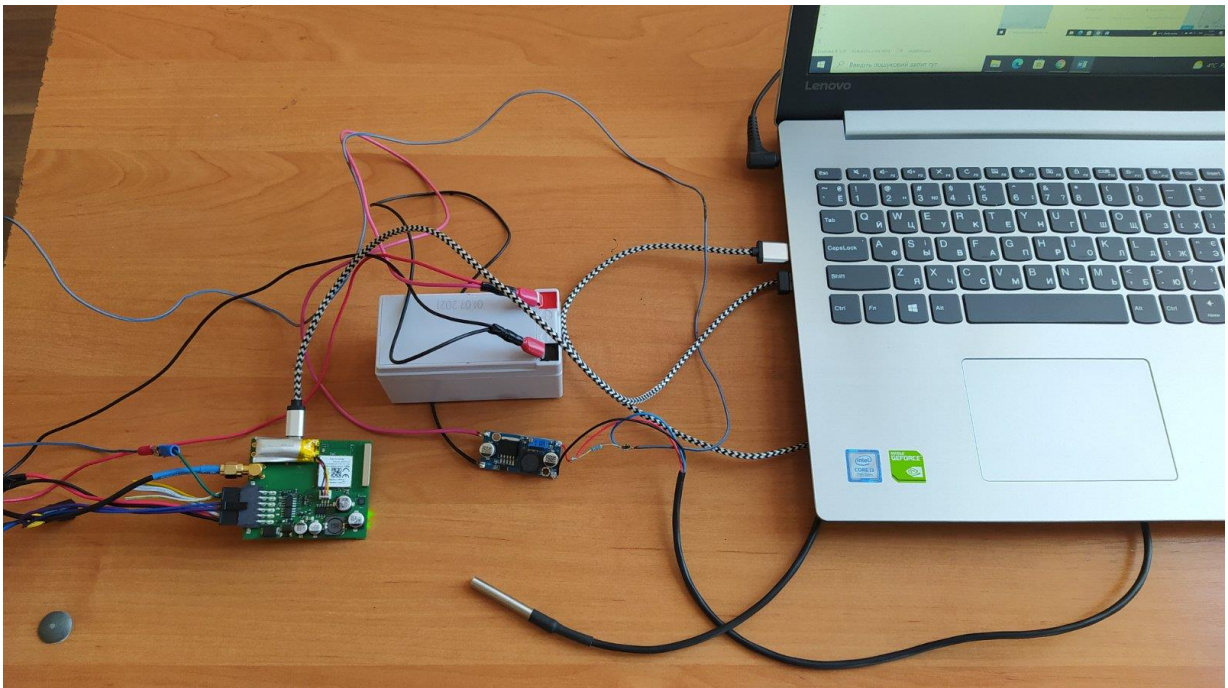


Рисунок 3.9 - Підключення трекера до ПК

Після успішного підключення трекера FMB 125 до комп'ютера та здійснення усіх необхідних тестових дій потрібно провести монтаж регулятора напруги із додатковим резистором на корпусі монтажної коробки. Вона необхідна для додаткового захисту електронних елементів від шкідливих зовнішніх чинників та можливості швидкої заміни, чи ремонту вузла контролю живлення температурного сенсора DS18B20 (Рис. 3.10).

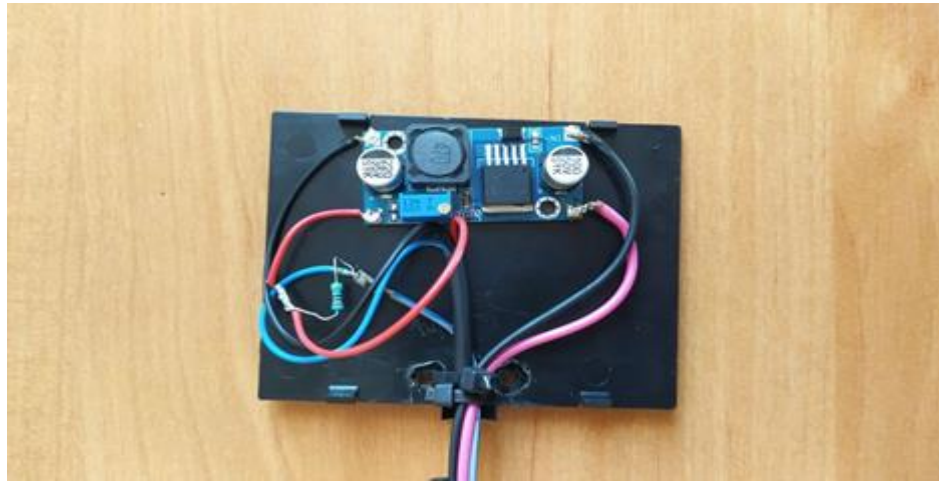


Рисунок 3.10 - Монтаж регулятора напруги із додатковим змінним резистором

Зафіксувавши усі елементи в монтажній коробці і переконавшись, що налаштування регулятора не змінилися, підключити термінал до зовнішнього джерела енергії. При цьому необхідно перевірити підключення у програмному забезпеченні Teltonika та переглянути усі налаштування.

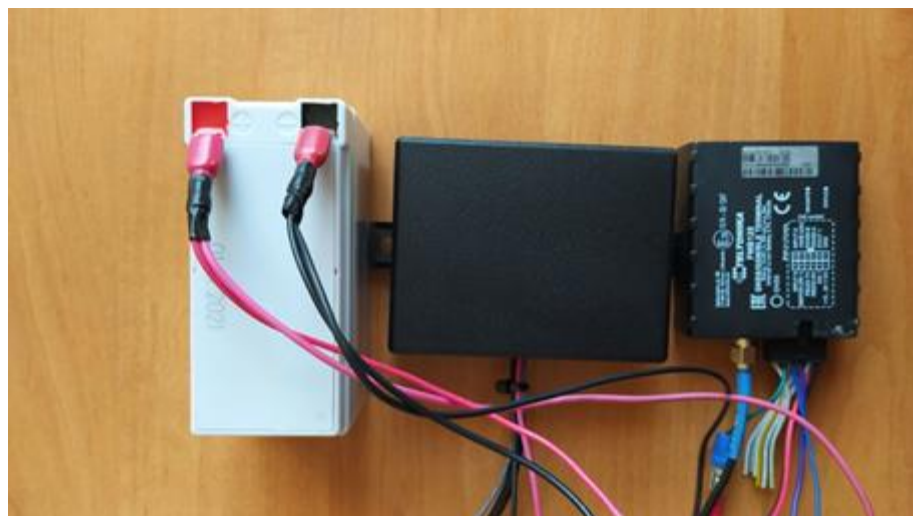


Рисунок 3.11 - Підключення терміналу до джерела струму

3.6 Тарування сенсора та встановлення значення температури у системі моніторингу Wialon

Тарування сенсора проводиться для того, щоб нівелювати заводську похибку, яка є присутня на усіх пристроях і для отримання кінцевих

калібрувальних значень, які б відповідали дійсності. Виконання даної операції є бажане і рекомендоване в умовах необхідності підвищеної точності.

Для здійснення калібрування температурного сенсора DS18B20 було використано апарат ТФХФ із додатковим протарованим, електронним термометром.

Тарування здійснювалося методом зняття показників з давача температури DS18B20 і одночасним порівнянням отриманих даних із показниками протарованого електронного термометра. Зміна показників здійснювалася шляхом нагріву води, у яку були занурені сенсор і термометр.



Рисунок 3.12 - Процес тарування сенсора температури DS18B20

Висновки за розділом

1. Для ефективного моніторингу транспортних потоків та температури рефрижераторів під час здійснення транспортування, збільшення терміну зберігання ШПХ доцільно застосовувати сенсора температури DS18B20 на базі FMB 125

2. Приведено виконаний спосіб монтажу давача та трекера, методику підключення, перевірки та налаштування (додавання сенсора у програмне забезпечення, тарування та калібрування)

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Результати калібрування й тарування температурного сенсора

Тарування рефрижераторів для збереження швидкопсувних продуктів харчування проводять для визначення впливу показників на результати вимірювання температурних сенсорів у процесі експлуатації.

Калібрування проводиться із застосування уже протарованих термометрів і визначенням вимірної похибки відносно реальної величин температури.

Процес калібрування забезпечує високу точність вимірювальних показників температури. В процесі калібрування встановлено, що сенсор температури має заводську похибку, яка складає $0,1 \dots 0,3$ °C.

Таблиця 4.1 Визначення похибки сенсора температури DS18B20 та його калібрування

Т – ра сенсора, °C	Т – ра приладу, °C	Відносна похибка, %	Т – ра відображення в програмі Wialon, °C
0,2	0	100	0
5,1	5	1,960784	5
10,3	10	2,912621	10
15,2	15	1,315789	15
20,2	20	0,990099	20
25,2	25	0,793651	25
30,3	30	0,990099	30
35,2	35	0,568182	35
40,2	40	0,497512	40
45,2	45	0,442478	45
50,2	50	0,398406	50

Згідно показників на приладі температура становила 0°C, температурний сенсор відображав 0,2 °C, що свідчило, що він працює з похибкою, яку необхідно виправити написавши правильні значення в налаштуваннях. У програмному забезпеченні Wialon прописали відтарований показник температури відносно коду отриманого від давача, який надсилав трекер на ПК . Таким чином здійснили тарування сенсора і його температурних показників.

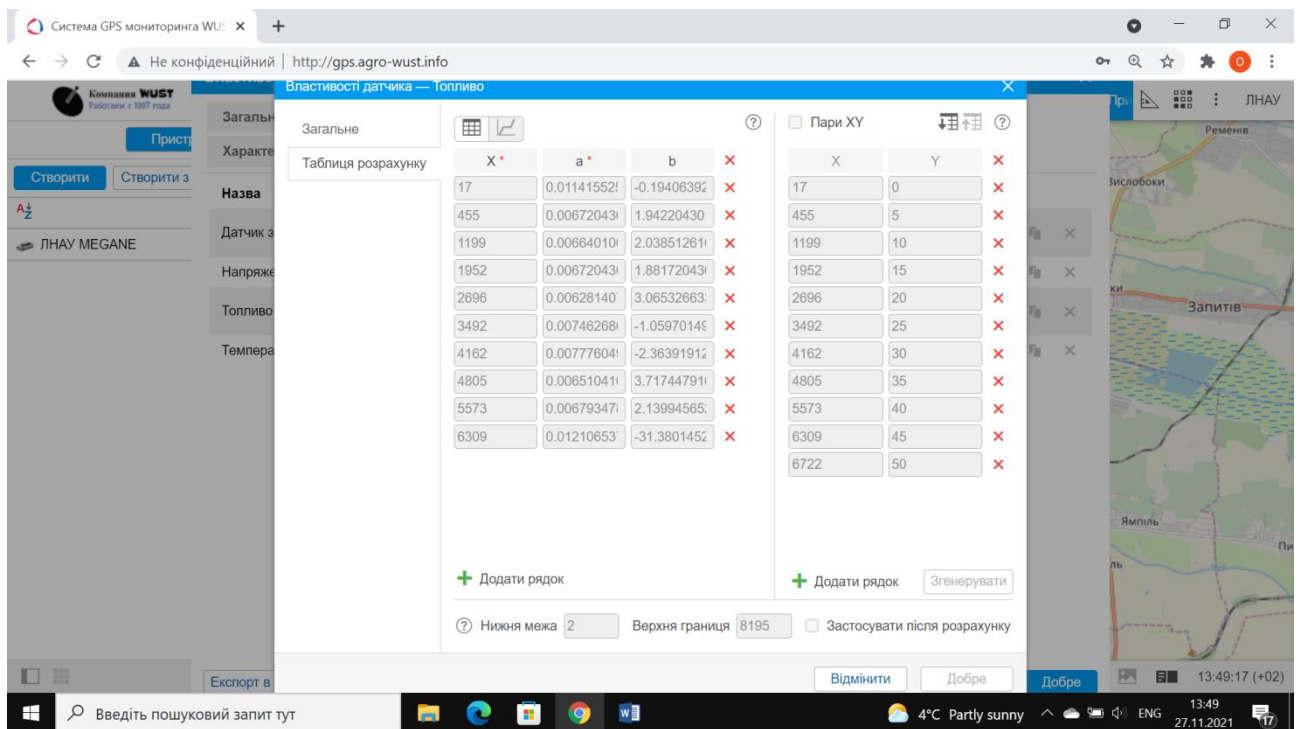


Рисунок 4.1 Показники сенсора температури отримані під час тарування

4.2 Випробування та вибір автомобіля із встановленою дротовою системою контролю температури

До початку здійснення вимірювання температурний сенсор має бути відкалібрований, встановлений і закріплений у штатному положенні з якого будуть здійснюватися заміри температури впродовж усього маршруту.

Результати замірів передаються на трекер, який в свою чергу надсилає їх на центральний сервер, де вони автоматично зберігаються.

Після проведених дій був здійснений вибір автомобіля для встановлення трекера і сенсора температури і здійснено випробування. Усі дані отримані в процесі випробування подані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Показники отримані в процесі випробувань

GPS Speed(км/г)	Litres Per 100 Kilometer (Long Term Average) (л/100 км)	Показник температури °С
5,240	12,894	7,400
5,240	12,894	7,400
5,241	12,894	7,400
5,241	12,894	7,400
5,242	12,894	7,400
5,242	12,894	7,400
5,242	12,894	7,400
5,243	12,894	7,400
5,242	12,894	7,400
5,242	12,894	7,400
5,242	12,894	7,400
5,243	12,894	7,400
5,243	12,894	7,400
5,244	15,490	7,400
5,245	15,489	7,400
5,245	15,488	7,400
5,244	15,488	7,400
5,246	15,487	7,400
5,242	15,485	7,400
5,243	15,484	7,400
5,244	15,482	7,400
5,247	15,480	7,400
5,247	15,479	7,400

продовження таблиці 4.2

5,244	15,477	7,400
5,2407	15,474	7,400
5,249	15,473	7,400
5,249	15,471	7,400
16,856	15,468	7,400
18,504	15,466	7,400
20,175	15,464	7,400
21,910	15,461	7,400
23,683	15,459	7,400
25,462	15,457	7,400
27,211	15,453	7,400
28,884	15,450	7,400
30,404	15,448	7,400
31,875	15,443	7,400
33,276	15,440	7,400
34,734	15,438	7,400
36,233	15,432	7,400
37,781	15,429	7,400
39,467	15,426	7,400
41,251	15,421	7,400
43,099	15,418	6,800
45,067	15,415	6,800
46,983	15,413	6,800
48,821	15,408	6,800
50,600	15,405	6,800
52,189	15,403	6,800
53,624	15,397	6,800
57,945	15,395	6,800

продовження таблиці 4.2

58,006	15,393	6,800
57,910	15,390	6,800
56,763	15,386	6,800
55,645	15,384	6,800
54,723	15,382	6,800
53,905	15,377	6,800
53,236	15,375	6,800
52,417	15,373	6,800
51,622	15,371	6,800
51,152	15,366	6,800
51,042	15,364	6,800
51,024	15,362	6,800
51,078	15,357	6,800
51,011	15,355	6,800
50,970	15,352	6,800
50,989	15,350	6,800
51,398	15,344	6,800
51,537	15,342	6,800
52,060	15,339	6,800
52,160	15,337	6,800
52,540	15,331	6,800
52,592	15,329	6,800
51,932	15,326	6,800
51,146	15,324	6,800
50,012	15,322	6,800
48,776	15,318	6,800
48,070	15,316	6,800
47,544	15,314	6,800

продовження таблиці 4.2

41,991	15,312	6,800
31,328	15,305	6,800
30,011	15,302	6,800
32,253	15,299	6,800
35,853	15,296	6,800
43,223	15,293	6,200
46,592	15,282	6,200
50,275	15,279	6,200
52,777	15,275	6,200
54,765	15,272	6,200
56,157	15,265	6,200
57,569	15,262	6,200
58,882	15,259	6,200
59,722	15,256	6,200
60,656	15,253	6,200
61,147	15,250	6,200
61,043	15,245	6,200
59,375	15,243	6,200
52,764	15,241	6,200
48,269	15,239	6,200
46,605	15,236	6,200
44,446	15,232	6,200
42,641	15,229	6,200
42,037	15,223	6,200
41,655	15,217	6,200
42,224	15,214	6,200
42,923	15,212	6,200
43,981	15,209	6,200

продовження таблиці 4.2

44,874	15,203	6,200
51,726	15,197	6,200
54,752	15,194	6,200
54,617	15,187	6,200
59,429	15,185	6,200
64,862	15,182	6,200
67,847	15,172	6,200
68,707	15,170	6,200
68,829	15,164	6,200
69,654	15,158	6,200
69,580	15,152	6,200
69,580	15,149	6,200
69,669	15,146	6,200
69,658	15,139	6,200
69,824	15,132	6,200
70,184	15,129	6,200
69,878	15,123	6,200
69,471	15,121	6,200
68,981	15,118	6,200
68,274	15,115	6,200
66,660	15,112	6,200
65,450	15,108	6,200
64,171	15,105	6,200
62,976	15,104	6,200
62,021	15,101	6,200
61,117	15,097	6,200
60,013	15,094	6,200
59,451	15,091	6,200

продовження таблиці 4.2

58,629	15,089	6,200
57,947	15,082	6,200
57,469	15,080	6,200
56,894	15,077	6,200
56,891	15,071	6,200
56,933	15,068	6,200
57,070	15,065	6,200
57,962	15,062	6,200
58,853	15,058	6,200
59,996	15,052	6,200
60,923	15,048	6,200
62,207	15,045	6,200
63,081	15,041	6,200
63,980	15,037	6,200
67,890	15,033	6,200
70,310	15,026	6,200
71,485	15,022	6,200
72,402	15,019	6,200
73,631	15,015	6,200
72,311	15,011	6,200
72,317	15,006	6,200
74,177	15,003	6,200
71,348	14,999	6,200
65,272	14,995	6,200
61,021	14,989	6,200
59,364	14,986	6,200
56,529	14,984	6,200
54,224	14,981	6,200

продовження таблиці 4.2

54,081	14,978	6,200
55,853	14,975	6,200
56,626	14,973	6,200
61,254	14,970	6,200
64,764	14,967	6,200
68,192	14,960	6,200
70,076	14,957	6,200
69,233	14,953	6,200
68,690	14,950	6,200
68,979	14,946	6,200
68,839	14,939	6,200
69,267	14,936	6,200
71,177	14,933	6,200
71,255	14,926	6,200
71,288	14,923	6,200
72,048	14,920	6,200
71,555	14,914	6,200
71,422	14,910	6,200
71,992	14,901	6,200
72,743	14,898	6,200
73,230	14,895	6,200
72,619	14,888	6,200
73,671	14,885	6,200
73,141	14,882	6,200
73,512	14,876	6,200
72,782	14,872	6,200
73,158	14,869	6,200
70,944	14,866	6,200

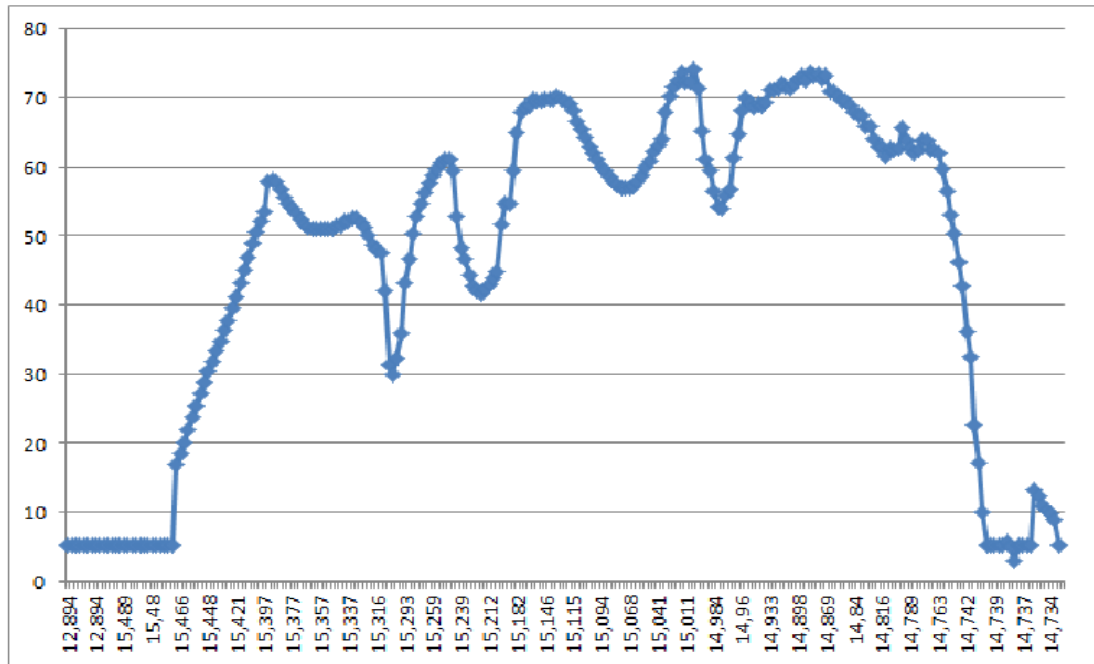
продовження таблиці 4.2

70,849	14,859	6,200
70,232	14,855	6,200
69,456	14,852	6,200
69,482	14,849	6,200
68,813	14,843	6,200
67,905	14,840	6,200
67,419	14,838	6,200
67,445	14,832	6,200
65,885	14,830	6,200
65,774	14,824	6,200
64,093	14,821	6,200
62,872	14,818	6,200
63,013	14,816	6,200
61,551	14,810	6,200
62,585	14,808	6,200
62,474	14,805	6,200
62,592	14,800	6,200
65,626	14,797	6,200
63,713	14,792	6,200
62,711	14,789	6,200
62,031	14,786	6,200
62,338	14,783	6,200
63,778	14,778	6,200
63,897	14,774	6,200
62,525	14,772	6,200
62,485	14,769	6,200
62,066	14,763	6,200
59,655	14,758	6,200

продовження таблиці 4.2

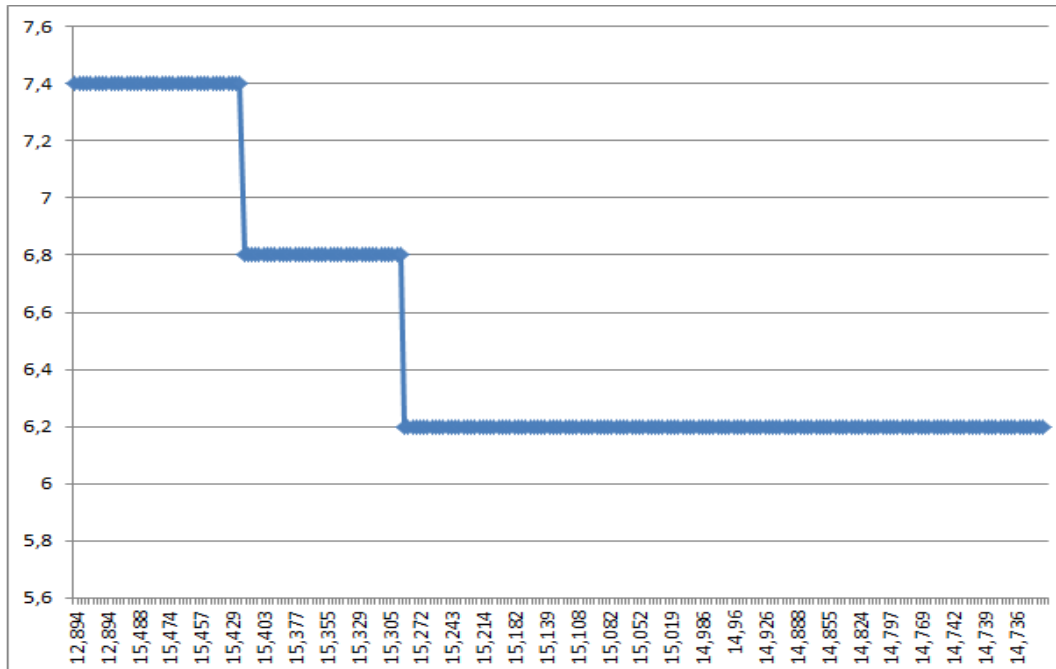
56,546	14,756	6,200
52,979	14,751	6,200
50,240	14,748	6,200
46,230	14,747	6,200
42,815	14,745	6,200
36,207	14,742	6,200
32,355	14,741	6,200
22,617	14,740	6,200
17,184	14,740	6,200
10,045	14,739	6,200
5,240	14,739	6,200
5,242	14,739	6,200
5,243	14,739	6,200
5,243	14,739	6,200
5,555	14,739	6,200
5,000	14,739	6,200
3,000	14,739	6,200
5,243	14,738	6,200
5,245	14,737	6,200
5,243	14,736	6,200
5,249	14,736	6,200
13,204	14,735	6,200
12,244	14,734	6,200
10,912	14,734	6,200
10,215	14,734	6,200
9,826	14,734	6,200
8,974	14,734	6,200
5,240	14,734	6,200

На основі отриманих даних під час випробувань побудовано залежність зміни витрати палива на 100 км від GPS-швидкості



Р

и



Графік залежності зміни витрати палива л/100 км від GPS-швидкості

и

Висновок за розділом

У

н

о

1. У даному розділі наведені результати випробування сенсора температури, проведено його так рвання та калібрування.
2. Діапазон вимірювання GPS-швидкості становить від 5,24 км/год до 71,31 км/год
3. Діапазон вимірювання витрати палива під час випробування становив від 12,894 л/100 км до 15,49 л/100 км

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій на транспорті

В умовах постійної інтенсифікації виробничих процесів, підвищення продуктивності та матеріального зиску життя та здоров'я людини залишається найвищою цінністю. Однак в умовах інтенсивного виробництва зростає загроза виникнення загрозливих життю людини ситуацій, аварій. Надзвичайні події виробничого та невиробничого є подіями випадковими, але їх виникнення є закономірним в разі недотримання вимог з техніки безпеки та охорони праці. Виникнення аварійних ситуацій та виробничого травматизму відбувається лише за сприятливих передумов - початкових подій, що мають чітку логічну послідовність. Робота у небезпечних умовах використання предметів та засобів підвищеної небезпеки недотримання правил пожежної, трудової дисципліни, вимог з охорони праці, особистої гігієни ведуть до непередбачуваних наслідків.

Поява небезпечної або позаштатної ситуації відбувається у випадках коли для цього настають сприятливі умови, тобто передумови - "початкові події", які можуть відбуватись та розвиватись до певного рівня. Під час взаємодії системи «людина-машина» дуже часто виникають ситуації небезпечного характеру. Тому дуже важливо вчасно та якісно оцінити небезпечні чинники та фактори та можливість їх впливу на аварійність і травматизму.

Навіть дуже малоймовірні або небезпечні чинники необхідно враховувати та відзначити їх як небезпечні умови «НУ» поведінка працівника яка виходить за межі встановлених норм та приписів трудової поведінки відзначають як небезпечна дія «НД» За сприятливих умов - небезпечних обставин «НО» виникає можливість появи небезпечної, або аварійної ситуації. За ступенем небезпеки виділяють аварії «А» або ж виробничі травми «Т», а поява небезпечної ситуації описується логіко-імітаційною моделлю. Така

схема відображає поєднання, черговість та взаємозв'язок випадкових подій, що описуються певними статистичними залежностями. Дуже часто сукупність випадкових статистично залежних подій мають одночасну розгалужену багатофакторну структуру.

Тому під час проведення технічної експертизи, або контролю за станом об'єктів необхідно якнайдетальніше врахувати небезпечні фактори, джерела умови й дії та врахувати їх поєднання та взаємозв'язок кожної «НУ» і можливі наслідки розвитку «НС». Ретельний підхід до вивчення та заходів щодо усунення «НУ» і чинників дозволяє уникнути появи та наслідків надзвичайних ситуацій.

Надзвичайні ситуації на виробництвах, промислових об'єктах, транспортному господарстві мають масовий характер та дуже важкі наслідки.

До основних видів надзвичайних ситуації відносять

- пожежі, вибухи, руйнування споруд, тощо;
- транспортні автопригоди та автокатастрофи,
- вихід з ладу, або руйнування обладнання,
- руйнування енерго-, та електросистем забезпечення виробництва та населення.

До основних причин та передумов виникнення надзвичайних ситуацій та аварій відносять:

- помилки під час проектування розробка конструкцій, обладнання що швидко переходить у аварійний стан, неузгодженість проектних рішень з вимогами пожежної безпеки, безпеки й охорони праці;
- недотримання будівельних та санітарних норм під час проектування, будівництва об'єктів, а також монтажу технічних систем забезпечення;
- недотримання технологій та технологічного процесу виробництва без врахування усіх можливих супровідних чи побічних явищ і реакцій;
- недостатній контроль за станом об'єкта в цілому, так і окремих технологічних процесів;

- незадовільний стан, або правил експлуатації технологічного обладнання, машин, механізмів допоміжної оснастки, внутрішньовиробничого транспорту;

- недотримання правил перевезення та зберігання небезпечних речовин (за переліком ADR);

- зношеність обладнання та механізмів, часті його поломки й похибки, що потребує постійного несанкціонованого втручання ;

- техногенні аварії та стихійні лиха;

- недотримання правил пожежної безпеки халатне ставлення до виконання трудових обов'язків;

Україна, завдяки своєму вигідному географічному розташуванню має значну кількість транспортних шляхів, зокрема, автомобільних шляхів в державі - 174 тис. км, а протяжність залізних шляхів становить близько 23 тис. км. Через значну зношеність шляхопроводів, застарілу транспортну інфраструктуру та організацію дорожнього руху на транспорті відбувається велика кількість надзвичайних ситуацій. Крім того, останнього часу в Україні значно зросла кількість транспортних засобів, що призводить до підвищеної інтенсивності руху.

Небезпечні ситуації, які виникають на транспорті відбуваються дуже часто й практично завжди закінчуються жертвами та шкодою здоров'ю людини, що є гострою соціальною проблемою. Однак найбільш вагомими причинами дорожньо-транспортних пригод є недотримання або ж грубі порушення правил дорожнього руху, керування автомобілями у нетверезому стані, відсутність розмітки, дорожніх знаків, світлофорів. Значні проблеми існують з організацією руху пішоходів, в Україні дуже мала кількість підземних та надземних переходів, особливо на швидкісних шляхах сполучення [18].

Під час виконання шиномонтажних робіт на ремонтних дільницях існують такі ж загрози що й на виробництвах, як було описано вище. Вивчення небезпечних умов та ситуацій, що можуть виникати під час технічного

обслуговування автомобілів, доцільно здійснювати за допомогою логіко-імітаційної моделі наведеною у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Логіко-імітаційна модель дослідження виникнення надзвичайних ситуацій автопідприємствах

Вид робіт	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Монтаж-демонтаж пневматичних шин	Монтаж шин на автомобіль здійснюється вручну НУ	Можливе випадкове намотування одягу на обертові елементи балансувального верстата НД ₁ Можливе падіння металевого диска НД ₂	Можлива розгерметизація елементів пневмосистеми, взаємодія колеса з органами працівника	Травма, аварія	Автомобіль повинен бути міцно закріплений на підйомнику перед монтажем – демонтажем шин, користуватись справним інструментом
<p style="text-align: center;"> <pre> graph LR NU[НУ] --> ND1[НД1] ND1 --> NS[НС] ND2[НД2] --> NS NS --> T[Т] </pre> </p> <p style="text-align: center;">Модель процесу</p>					
Виконання розбирально-складальних операцій	Неналежний технічний стан інструменту НУ	Зривання ключа з граней кріпильних елементів НД	Удар кистю руки об елементи стенду НС	Травма	Використання справного інструменту
<p style="text-align: center;"> <pre> graph LR NU[НУ] --> ND[НД] ND --> NS[НС] NS --> T[Т] </pre> </p> <p style="text-align: center;">Модель процесу</p>					

5.2. Вимоги з охорони праці під час проведення технічного обслуговування автомобілів

Основні вимоги з охорони праці під час шиномонтажних робіт

Загальні вимоги. До проведення робіт допускаються лише ті особи, які не мають протипоказань та пройшли відповідне навчання протягом 3...14 робочих змін (визначається підприємством).

Допуск до робіт з електро- та пневмоінструментом працівник допускається лише після підготовчих навчань, перевірки знань, а також одержання дозволу від керівництва, а за умови робіт з електроінструментом високих класів небезпеки повинні мати відповідну групу допуску (не нижче). Працівники в обов'язковому порядку повинні пройти медичний огляд й отримати довідку відповідної форми, знати й дотримуватись вимог з безпеки праці на підприємстві. Перевірка знань щодо охорони праці, трудової дисципліни організації роботи повинна проводитись не рідше одного разу в 12 місяців. Працівник в обов'язковому порядку повинен дуже детально повинен знати будову обладнання на якому працює, технологічні налаштування, інструкції та вимоги з електро- і пожежної безпеки. Працівник в обов'язковому порядку повинен знати організацію системи пожежної безпеки та оповіщення. Знати де знаходяться засоби пожежогасіння та уміти користуватися вказаними засобами. Мати докладне й чітке розуміння небезпечних виробничих факторів та способів їх усунення, знати, як правильно використовувати засоби індивідуального та колективного захисту. Працівник в обов'язковому порядку використовувати спецодяг, дотримувати правил внутрішнього трудового розпорядку, перевіряти справність обладнання та наявність засобів захисту. Перевіряти надійність кріплення підіймачів та якість фіксації автомобілів на них, перед початком робіт обов'язковому порядку випускають повітря з колеса, робота під тиском суворо забороняється (рис. 5.1).

Підкачування шин без демонтажу дозволяється, якщо тиск знизився не більше ніж на 20 % від норми і є можливість, що протектиє монтаж на терушко. Не перекачуйте шини понад рекомендаційні параметри!

Перед демонтажем необхідно зняти з колеса кильце

Стежте, щоб замкове кільцевидне укріплення у вигляді обода не потрапило на пальці

Забароняється використовувати деформовані деталі

Перед монтажем перевірте справність і частоту обода бортового та замкового кильця, а також шини

ПОРЯДОК НАКАЧУВАННЯ ШИНИ

1. Дев'ять тисів до 0,25 МПа, попереднє положення замкового кильця, а потім до правильної величини.
2. При неправильному положенні замкового кильця перевірте втулочність, втручуйте положення кильця та накачайте шини.
3. Таблиця дозволених параметрів шини
4. Манометр
5. Компресорна установка
6. Накачуване колесо

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ВУЛКАНИЗАТОРОМ

Відривайте камеру зі струбаним пілком після повного охолодження відкачаного диска (через 10 – 15 хв)

Не доторкайтесь до робочої плати. Не залишайте вулканизатор без нагляду. Стежте за справністю заземлення

ДОЗВОЛЯЄТЬСЯ ПРИ НАКАЧУВАННІ УКЛАДАТИ КОЛЕСО ЗАМКОВИМ КИЛЬЦЕМ УНИЗ АБО ВИКОРИСТОВУВАТИ ІНШІ ЗАПОБІЖНІ ЗАСОБИ

ПАМ'ЯТАЙТЕ! ЗАМКОВЕ КИЛЬЦЕ МОЖЕ НАНЕСТИ ТЯЖКЕ ПОРАНЕННЯ

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- Біквати диски кувалдою
- При накачуванні використовувати лопаточку шини після накачування

Гайки кріплення коліс вантажних автомобілів дозволяється затягувати лише гайковертом

Переміщувати колеса та шини масою понад 20 кг дозволяється тільки на спеціальних візках

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ МОНТУВАТИ НА АВТОМОБІЛЬ ШИНИ НЕВІДПОВІДНИХ ТИПІВ ТА РОЗМІРІВ

ДОТРИМУЙТЕСЬ ПРАВИЛ РУЧНОГО ДЕМОНТАЖУ ШИН ДИСКОВИХ РОЗБІРНИХ КОЛІС

Лопатка з вилючним (зігнутим) захватом

Пряма лопатка

ДЛЯ ВИТЯГУВАННЯ ІЗ ШИНИ СТОРОННІХ ПРЕДМЕТІВ ВИКОРИСТОВУЙТЕ ТІЛЬКИ КЛІЩІ. РОБИТИ ЦЕ НОЖЕМ, ШИЛОМ, ВИКРУТКОЮ ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ

1. Плоскою лопаткою відіскрийте борт лопаткою вниз
2. У разі вставити зігнуто лопатку і, повернувшись, укласти обід, відіскрийте борт лопаткою
3. Вставити плоску лопатку в лоз кильця і відіскрийте його, утримуючи зігнутою лопаткою. Зняти борт лопаткою з пеліці обода
4. Правною лопаткою відіскрийте замкове кильце з канавки обода
5. Трохи відіскрийте замкове кильце зігнутою лопаткою
6. Вставити пряму лопатку під замкове кильце
7. Підтримуючи замкове кильце рукою, відіскрийте його прямою лопаткою.
8. Перевернути колесо, витягти диск із шини

Рисунок 5.1 – Інформаційний стенд щодо дотримання безпеки праці під час шино монтажних робіт

Під час проведення робіт. Роботи проводять у спеціальних зонах, які оснащені відповідним обладнанням, інструментом та додатковими пристосуваннями. Забороняються проводити монтаж і встановлення шин змінених за розмірами, індексом навантаження швидкості, кріпленням, що не відповідають вимогам для даної моделі автомобіля. Монтаж і демонтаж шин великогабаритних автомобілів проводять лише з використанням спеціалізованих пристроїв та за наявності спеціальних огорожень й захисних екранів. Монтаж і демонтаж шини проводять лише на спеціалізованих стендах, а перед встановленням пневматичної шини пересвідчитись у справності металевого обода, бортового кільця, перевірити роботоздатність вентиля та якість посадки шини. Виконати монтаж замкового кільця за допомогою ударного інструменту, після цього пересвідчитися у його повній посадці в канавці обода.

Установка спарених коліс проводиться відповідно до маркування шин, (лицева сторона, ліва, права напрям обертання, тощо) зберігаючи при цьому поєднання і співвісність вікон й отворів ободів

Не допускається демонтаж шин, які знаходяться під тиском переключувати вручну великогабаритні колеса, монтувати їх за відсутності елементів, або пошкодження різьбових з'єднань, перевіряти зусилля їх затяжки. Накачування декотрих видів коліс проводять у декілька етапів. Спочатку колесо накачують до тиску 0,06 – 0,08 МПа перевіряють надійність посадки бортового й замкового кільця. Після цього шину накачують до тиску що відповідає 80-ти % від номінального значення з перевіркою її герметичності й положення на ободі, аж тоді накачують до рекомендовано значення.

Після закінчення робіт. Вимикають обладнання, прибирають інструмент, прибирають робоче місце. Спецодяг та засоби індивідуального захисту розміщують у спеціально відведене місце. Повідомити керівництву про виявлені в процесі роботи несправності та недоліки, несправність обладнання, мереж, засобів захисту.

В аварійних ситуаціях. Необхідно невідкладно призупинити роботи, провести евакуацію людей з небезпечної ділянки, чи місця, за необхідності викликати службу екстреної допомоги. За можливості усунути можливі причини небезпечної ситуації (вимкнути електричне живлення, подачу повітря, тощо), в обов'язковому порядку повідомити керівника організації, або відповідального за проведення робіт.

Під час пожежі вимкнути електричне живлення вимкнути обладнання, увімкнути систему оповіщення та викликати пожежну службу, за можливості провести гасіння наявними в організації засобами. Після чого негайно повідомити керівника організації, або відповідального за проведення робіт.

Під час нещасних випадків з потерпілими вживають заходів щодо усунення дії небезпечних чинників (електрострум, висока температура, важкі предмети), надати першу медичну допомогу, викликати службу швидкої допомоги.

Висновки за розділом

1. У розділі наведено основні вимоги та заходи щодо покращення безпечних умов праці на автотранспортних підприємствах. Проаналізовано небезпечні умови, дії та ситуації та на цій основі розроблено логіко-імітаційну модель появи та запобігання аварійності на підприємствах.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЯ- РЕФРЕЖИРАТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРМІНАЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ

6.1. Розрахунок економічного ефекту від терміналів для моніторингу температури під час перевезень

Перевезення швидкопсувних вантажів це процес здійснення транспортування певних видів товарів протягом якого необхідно суворо дотримуватися сталого температурного режиму, вологості для збереження товарного вигляду та забезпечення тривалого терміну подальшого зберігання в замороженому стані. Щорічне зростання у світі попиту на продукцію, яка потребує спеціальних норм у процесі переміщення стимулює розвиток моніторингу та контролю за дотриманням загальноприйнятих стандартів. Середнє значення кількості установок для здійснення перевезень швидкопсувних вантажів складає 24,3% від загального штату автомобілів, які здійснюють транспортування товару [7].

Найбільш часто холодильні установки використовуються у країнах із теплим і жарким кліматом, через високі температури навколишнього середовища, що провокує не тільки погіршення зовнішнього стану заморожених продуктів, який в свою чергу впливає на вибір під час купівлі, але і швидкого розвитку шкідливих мікроорганізмів, а також для здійснення перевезень продуктів глибокої заморозки та стратегічно важливі запаси. Недотримання температурних норм під час транспортування заморожених вантажів має прямий вплив на термін придатності, який скорочується в декілька раз в залежності від різниці від рекомендованої температури зберігання. Це спонукає до більш жорсткого моніторингу, який би забезпечував своєчасність та точність передачі інформації і подальший контроль за важливими показниками усуваючи недолік людського фактору,

халатності водіїв, можливих несправностей, які виникають під час перевезення.

Вдосконалення систем моніторингу не передбачають великих грошових затрат, впливу на конструкцію двигуна, чи інших вузлів автомобіля. Дротова система передачі даних забезпечує високу швидкість та якість отримання інформації, та повністю усуває будь-який екранізуючий ефект, який зустрічається при використанні бездротових сенсорів. Довговічність та надійність, простота у встановленні та обслуговуванні мінімізує витрати для вдосконалення систем моніторингу. Очікується, що якість надання послуг по перевезенні швидкопсувних вантажів значно покращиться [19].

Економічна привабливість систем спостереження за дотриманням температурних норм полягає у збереженні терміну придатності заморожених і охолоджених продуктів, їхнього зовнішнього виду, відповідно їхнього подальшого продажу.

Для дослідження обрано температурний сенсор DS18B120 і трекер для моніторингу Teltonika FMB 125 з можливістю прямого підключення датчика та його налаштування. Вони є взаємокомбінуючими з можливістю швидкого зчитування необхідної інформації у великих діапазонах.

Експлуатаційна вартість для автомобіля формується з таких складових:

- постійні затрати (не є пов'язаними із експлуатацією);
- змінні затрати (є прямопропорційними до рівня експлуатації).

На величину змінних експлуатаційних затрат на автомобіль можуть мати вплив його техніко-економічні параметри, періодичність та затрати на обслуговування та страхування, рівень споживання палива. Усім іншим затратам притаманний умовно-постійний характер і не пов'язані з пробігом ТЗ, присутні навіть при повній відсутності пробігу.

Для визначення економічної ефективності використання систем моніторингу проведено порівняння собівартості для пробігу автомобіля без GPS-трекера і з ним. Для проведення розрахунків взято автомобіль Mercedes-Benz Actros 1850 і отримані показники в процесі випробувань.

Розрахунок собівартості $C_{проб}$ пробігу досліджуваного автомобіля проведено за формулою 6.1:

$$C_{проб} = \frac{(B_{нмм} + B_{ам} + B_{ТО.Р} + B_{одд})}{L} \quad (6.1)$$

Формула (6.1) для розрахунку собівартості передбач містить наступні складові: вартість паливо-мастильних та експлуатаційних матеріалів ($B_{нмм}$), грн.; відрахування пов'язані з амортизацією (зношенням) автомобіля ($B_{ам}$), відрахування пов'язані з проведенням технічного обслуговування та ремонтних робіт за необхідності ($B_{ТО.Р}$); інші, додаткові витрати пов'язані з експлуатацією автомобіля ($B_{одд}$), прийнята норма пробігу автомобіля (L) – 100 км.

Загальні затрати для пробігу автомобіля на відстані 100 км за умови не використання систем моніторингу та з GPS-трекерами:

$$C_a = (909,52 + 46,57 + 29,49 + 96,55) = 1082,13 \text{ грн/100км.}$$

$$C_{терм} = (801,08 + 46,57 + 29,49 + 87,71) = 964,85 \text{ грн /100км.}$$

До найбільш вагомими факторами, які впливають на зниження собівартості експлуатації автомобілів є зниження споживання пального, використання дешевих видів пального, або ж пального з високою енергетичною ефективністю. Крім того, удосконалення конструкцій автомобіля, зниження маси автомобіля, сил опору коченню та підвищення ефективності перетворення теплової енергії пального в механічну роботу.

Важливим показником експлуатації автомобіля є екологічні параметри відпрацьованих газів (кількість та структура вихлопних газів). Розрахунок затрат пов'язаних з використання паливо мастильних матеріалів проводиться за виразом:

$$B_{нмм} = n_m \cdot B_m, \quad (6.2)$$

де $B_{нмм}$ – вартість експлуатаційних матеріалів, грн/л.

n_m – рівень витрата кожного з досліджуваних видів пального встановленого в результаті випробувань в перерахунку на 100 км пробігу;

Кількість споживаного пального для кожного виду дизельного палива розраховується з виразу:

$$X = X_i = \frac{H_n}{P}, \quad (6.3)$$

де H_n – нормовані рівні витрати інших експлуатаційних матеріалів на кожні 100 км пробігу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Рівні використання паливно-мастильних матеріалів за експериментальними та нормативними показниками на 100 км пробігу.

Вид ПММ	Вартість матеріалів, грн/л	Автомобіль-рефрижератор		Автомобіль-рефрижератор з використанням термінала	
		Нафтове дизельне паливо марки ДП Євро-5		Нафтове дизельне паливо марки ДП Євро-5	
		Витрата експл. матеріалів л/100 км	Вартість, грн	Витрата експл. матеріалів л/100 км	Вартість, грн
Дизельне паливо ДП Євро-5	30,15	$X_1 = 29,5$	889,42	$X_1 = 25,9$	780,88
Олива моторна	160	1,7% (X_1)	16,71	1,7% (X_2)	16,75
Олива трансмісійна	200	0,2% (X_1)	2,45	0,2% (X_2)	2,49
Консистентні мастила	150	0,1% (X_1)	0,94	0,1% (X_2)	0,96
Загальна вартість $\Sigma B_{пмм}$			909,52		801,08

Амортизаційні затрати на реновацію автомобіля обчислюється за формулою:

$$B_a = \frac{B_{\delta} \cdot H_{AM}}{365 \cdot 100}, \quad (6.4)$$

де B_{δ} – залишкова балансова ціна автомобіля в грн.;

H_{AM} – норма амортизаційних відрахувань (10% /рік).

$$B_{дп} = B_{\delta_{іод}} = (170000 \times 10) / 100 \times 365 = 46,57 \text{ грн/день.}$$

Затрати пов'язані з технічним обслуговуванням автомобілів обчислюються за формулою:

$$B_{TOP} = \frac{B_{\delta} \cdot H_{TO} \cdot n}{100 \cdot 365} \cdot 100 + B_{ш} \quad (6.5)$$

де H_{TO} – коефіцієнт відрахувань на ТО і ремонт автомобіля (даний коефіцієнт розраховується для одного дня експлуатації ($H_{TO} = 0,045$);

$B_{ш}$ – витрати на реновацію шин, грн/100 км;

$$B_{TOP_{\text{од}}} = B_{TOP_{\text{бюд}}} = \frac{170000 \cdot 0,045}{100 \cdot 365} \cdot 100 + 8,53 = 29,49 \text{ грн/100 км.}$$

Відрахування на реновацію та обслуговування шин регулюється наказом Мінтрансу України №488 «Норми експлуатаційного пробігу та реновації автомобільних шин»:

$$B_{ш} = \frac{C_{ш} \cdot K_{ш}}{H_{ш} \cdot K_{к}} \cdot L, \quad (6.6)$$

де $C_{ш}$ – ринкова вартість шини Varum Brilliantis 2 185/60R15, грн;

$K_{ш}$ – кількість шин в одному комплекті, од;

$H_{ш}$ – середньостатистичний рекомендований термін експлуатації шин (60 тис.км);

L – пробіг автомобіля, км.

$K_{к}$ – коефіцієнт, що враховує складність умов експлуатації автомобіля (види дорожнього покриття).

$$B_{ш_{\text{од}}} = B_{ш_{\text{бюд}}} = (1280 \times 4 / 60000 \times 1,0) \times 100 = 8,53 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості експлуатації автомобіля передбачає врахування додаткових накладних затрат. Як правило, їх розраховують на рівні 10% від загального обсягу затрат:

$$B_i = \frac{(O_n + B_{нмм} + B_a + B_{ТО.p}) \cdot 10}{100} \quad (6.7)$$

Для автомобіля без GPS-трекера:

$$B_{i_{\text{од}}} = (204,54 + 46,57 + 29,49) \times 10 / 100 = 96,55 \text{ грн/100 км;}$$

Для автомобіля із встановленою системою моніторингу::

$$B_{i\text{бiод}} = (190,15 + 46,57 + 29,49) \times 10 / 100 = 87,71 \text{ грн/100 км.}$$

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

1. У розділі приведено результати економічної ефективності експлуатації автомобіля з системою GPS-спостереження і без неї. Під час випробування автомобіля марки Mercedes-Benz Actros 1850 з дизельним двигуном OM 936 LA з об'ємом двигуна 7698, см³ та потужністю 299 к.с. встановлено, що загальні затрати на пробіг у 100 км без використання систем моніторингу становлять 1082,13 грн та з системою моніторингу Teltonika FMB 125 – 964,85 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На сьогоднішній день існує багато методів спостереження за рухомим складом, які можна застосовувати не змінюючи конструкцію автомобіля. Використовуючи температурний сенсор DS18B120 і трекер для моніторингу Teltonika FMB можна зменшити загальні витрати на купівлю палива та забезпечити актуальність терміну придатності швидкопсувних вантажів, які транспортуються.

2. Проведене дослідження показує усі переваги використання систем GPS-спостереження та додаткове відстеження змін температури під час здійснення перевезень ШПХ. Моніторинг температури дозволяє повністю уникнути недотримання температурних норм та веде до покращення та збереження якості продукції та економії палива.

3. Надійність запропонованої схеми підключення температурного сенсора забезпечує найвищу швидкість передачі інформації, повну відсутність можливості екранізувати сигнал, який передається на трекер, простоту монтажування та підключення.

5. Досліджено, що загальні затрати для автомобіля без систем моніторингу на 100 км становить 1082,13 грн, а з GPS-трекером- 964,85 грн

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. GPS-navstar. URL: <https://www.space.com/19794-navstar.html>
2. Teltonika vehicle telematics. URL: <https://teltonika-gps.com/en/products/>
3. Амбарцумян В. В., Носов В. Б., Тарасов В. И., Сарбаев В. И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. М.: ООО Изд-во «Научтехиздат», 1999. 208 с.
4. Баранов В. Н., Бойко Е. Г., Краснорылов И. И. Космическая геодезия. М. : Недра, 1986. 408 с.
5. Гудков В. А., Комаров Ю. Я., Рябчинский А. И., Федотов В. Н. Безопасность транспортных средств (автомобили): учебное пособие для вузов. Горячая линия- Телеком, 1995. 288 с
6. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності: підруч. для студ. с.-г. вузів. Львів: Світ, 1995. 288 с
7. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення: навчальний посібник. К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. 408 с.
8. Вільковський Є. К., Кельман І. І., Бакуліч О. О. Вантажознавство -2е вид. перероблене і доповнене. Підручник Львів: «Інтелект-Захід», 2007, 476 с.
9. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Віршило І. В., Демидов В. К. Геоінформаційні системи в науках про Землю: монографія. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. 510 с.
10. Геоінформаційні системи. URL: <https://cutt.ly/eUuELCH>
11. Гирич В.С., Жуков С.А., Крейман З.А., Босняк Н.Г. Специализированные транспортные средства: учебное пособие. / Днепропетровск: наука и образование, 2004. 345 с.
12. Горяїнов О. М., Практика вантажних перевезень і логістики: навчальний посібник. / Харків: Вид-во «Кортес-2001», 2008. 323с.
13. Гофман-Велленгоф Б, Легат К., Візер М. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2006. 443 с.

14. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): теорія і практика. К. : Наукова думка, 1996. 392 с.
15. Гурч Л. М. Логістика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. 560 с.
16. Кочубей Д. В. Автоматизация транспортной логистики торговых компаний // Логистика:проблемы и решения. – 2008. – № 11. — 12. – С. 66-70
17. Проценко М. Б., Рожновська І. Ю. «Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Дослідження принципів побудови супутникових радіонавігаційних систем та їх характеристик». Одеса, 2010. 28 с.
18. Методичні рекомендації з питань безпеки автомобільних перевезень від 19.09.2003. – К.: Державний Департамент автомобільного транспорту, 2003. - №11. - 23 с.
19. Галкін А. С., Левада В. П., Давідіч Ю. А., Давідіч Н. В. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, Харків: Стиль-Издат, 2018. 182 с.
20. Мурашина логістика. ULR:<https://ant-logistics.com/uk/main.html>
21. Оргтехавтоматика. Датчики температури і перетворювачі. ULR:
<https://cutt.ly/EUuU7Jo>
22. Системы локального позиционирования. URL:
<https://cutt.ly/xUuIprj3>
23. Парунакян В. Э., Хара М. В. Общий курс транспорта. Мариуполь: Рената, 2010. 223 с.
24. Технології визначення місцеположення користувачів мобільних мереж. URL: <https://cutt.ly/VUuIE9n>