

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Навчально-науковий інститут інноватики, природокористування та
інфраструктури
Кафедра транспорту і логістики

БІЛІНКЕВИЧ Марія Василівна

**Підвищення ефективності перевезень
швидкопсувних вантажів за допомогою
інтелектуальних систем моніторингу
температури / Increasing the efficiency of
transportation of perishable goods with the help of
intelligent temperature monitoring systems**

спеціальність: 274 - Автомобільний транспорт
освітньо-професійна програма - Автомобільний транспорт

Кваліфікаційна робота

Виконала студентка групи
ТАМ-21
М. В. Білінкевич

Науковий керівник:
к.т.н., доцент, М. В. Буряк

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:

"___" _____ 20___ р.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОЙДЕНОГО ШЛЯХУ АВТОМОБІЛЯ.....	10
1.1. Моніторинг місцезнаходження транспортних засобів.....	10
1.2. Можливості сучасних систем супутникового моніторингу транспортних засобів.....	19
1.3. Датчики температур інтелектуальних систем моніторингу.....	23
РОЗДІЛ 2. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	31
2.1. Аналіз роботи підприємства.....	31
2.2. Дослідження конструкційних параметрів контролерів температури.....	37
2.3. Дослідження принципу роботи контролерів температури.....	48
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ.....	60
3.1 Аналіз пристроїв для моніторингу температури в режимі реального часу.....	60
3.2 Аналіз програмного забезпечення для моніторингу.....	68
3.3 Методика експериментального дослідження температурного датчика моніторингу температури.....	73
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81

АНОТАЦІЯ

Білінкевич М.В. «Підвищення ефективності перевезення швидкопсувних вантажів за допомогою інтелектуальних систем моніторингу температури». – Рукопис.

Кваліфікаційна робота складається із трьох розділів записки формату А4.

В роботі проаналізовано роль інноваційних технологій, таких як GPS-системи та датчики температури, у забезпеченні якості та безпеки перевезень харчових продуктів. Детально розглянуто функціонал систем моніторингу місцезнаходження транспортних засобів та можливості сучасних GPS-систем. Особливу увагу приділено аналізу датчиків температури, їх ролі в контролі температурного режиму вантажів та методиці їх експериментального дослідження.

Було проведено дослідження конструкційних особливостей контролерів температури та розроблено рекомендації щодо підвищення їх ефективності. Також, проведено аналіз апаратних та програмних компонентів систем моніторингу температури, що дозволило оцінити їх можливості та визначити напрямки подальшого розвитку. Результати дослідження підтверджують важливість використання систем моніторингу температури для забезпечення якості та безпеки харчових продуктів під час транспортування.

Ключові слова: системи моніторингу температури, GPS-системи, датчики температури, логістика харчових продуктів, якість продуктів.

SUMMARY

Bilinkevich, M.V. "Improving the Efficiency of Perishable Goods Transportation Using Intelligent Temperature Monitoring Systems". – Manuscript. The qualification work consists of three sections on A4 paper.

The work analyzes the role of innovative technologies, such as GPS systems and temperature sensors, in ensuring the quality and safety of food transportation. The functionality of vehicle location monitoring systems and the capabilities of modern GPS systems are considered in detail. Particular attention is paid to the analysis of temperature sensors, their role in controlling the temperature regime of cargo, and the methodology of their experimental research.

A study of the design features of temperature controllers was conducted, and recommendations were developed to improve their efficiency. An analysis of the hardware and software components of temperature monitoring systems was also carried out, which made it possible to assess their capabilities and identify directions for further development. The results of the study confirm the importance of using temperature monitoring systems to ensure the quality and safety of food products during transportation.

Keywords: temperature monitoring systems, GPS systems, temperature sensors, food logistics, product quality.

ВСТУП

Моніторинг транспортування – це невід’ємна частина сучасних логістичних процесів, особливо при перевезенні швидкопсувних продуктів. Швидкий обмін даними між водієм, диспетчером та транспортним засобом дозволяє оперативно реагувати на зміни ситуації та забезпечувати безпеку вантажу. Вартість транспортування таких товарів може досягати значних сум, тому контроль за температурним режимом та місцезнаходженням транспорту є критично важливим.

Збільшення попиту на свіжі продукти та ліки призвело до розвитку складної інфраструктури холодного ланцюга. Це мережа складів, транспортних засобів та технологій, що забезпечують збереження температурного режиму протягом усього маршруту доставки. Однак, незважаючи на важливість цього процесу, споживачі часто не усвідомлюють складнощів, пов’язаних з доставкою свіжих продуктів. Наприклад, перевезення фруктів з тропічних країн в країни з холодним кліматом вимагає точного дотримання температурного режиму на всіх етапах.

Сучасні технології, такі як GPS-трекінг та датчики температури, дозволяють відстежувати рух транспорту в режимі реального часу та контролювати стан вантажу. Це дозволяє компаніям оптимізувати маршрути, мінімізувати ризики пошкодження товарів та забезпечувати високий рівень сервісу для своїх клієнтів.

Можливість відстежувати місцезнаходження транспортного засобу в реальному часі та контролювати температуру всередині вантажів надає значну перевагу тим, хто відповідає за збереження вантажів під час транспортування. Тривалі перевезення пов’язані з багатьма ризиками, і будь-яка незначна проблема може призвести до значних фінансових втрат. Особливо це стосується вантажів, які потребують дотримання температурного режиму.

Сучасні системи управління автопарками, оснащені GPS-технологіями, дозволяють оперативно отримувати інформацію про стан кожного транспортного засобу. Це допомагає запобігати виникненню критичних ситуацій та забезпечує безперебійну роботу ланцюгів постачання.

Перевезення швидкопсувних продуктів харчування вимагає використання спеціалізованого обладнання для підтримання необхідного температурного режиму протягом усього маршруту.

Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів та про спеціальні транспортні засоби, які призначені для цих перевезень (скорочено АТР) – це міжнародний договір, який встановлює стандарти та вимоги до транспортування харчових продуктів, що швидко псуються, на великі відстані. Цей документ був розроблений з метою забезпечення безпеки та якості таких продуктів для споживачів у всьому світі.

Ще з 1976 року діє міжнародна угода АТР, яка встановлює чіткі правила для перевезення продуктів харчування, що швидко псуються. Ця угода регламентує використання спеціального транспорту та забезпечує безпеку таких перевезень.

Угода встановлює чіткі правила щодо температурних режимів, гігієни транспортних засобів та інших факторів, які впливають на якість харчових продуктів під час транспортування.

АТР сприяє розвитку міжнародної торгівлі харчовими продуктами, забезпечуючи довіру між країнами-експортерами та імпортерами. Дотримання вимог угоди гарантує, що споживачі отримують безпечні та якісні харчові продукти.

Національні законодавства щодо транспортування продуктів, що швидко псуються, демонструють різний рівень деталізації. Деякі країни встановлюють чіткі вимоги до температурного режиму під час перевезення, тоді як інші обмежуються загальними рекомендаціями щодо зберігання. Такий

розбіг у підходах ускладнює організацію міжнародних перевезень і потребує додаткових узгоджень.

Незважаючи на існування Угоди АТР, яка встановлює загальні правила для перевезення швидкопсувних продуктів, відсутність єдиного міжнародного органу, відповідального за її виконання, створює певні прогалини в контролі. Таким чином, ефективність виконання Угоди залежить від зусиль кожної окремої країни.

Робоча група WP11 постійно оновлює вимоги до транспортування швидкопсувних продуктів. Крім того, експерти групи розробляють детальні пояснення до цих вимог, щоб допомогти учасникам міжнародної торгівлі краще розуміти та дотримуватися встановлених стандартів.

Метою дослідження є підвищення ефективності контролю температурних режимів під час транспортування швидкопсувних вантажів шляхом вдосконалення систем моніторингу за допомогою додаткових температурних сенсорів. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Провести всебічний аналіз сучасних технологій супутникової навігації та їх застосування в системах моніторингу транспорту.
- Вивчити будову, принцип дії та характеристики апаратних комплексів, призначених для контролю температури під час транспортування.
- Теоретично дослідити фізичні процеси, які впливають на точність вимірювань температури сенсорами.
- Розробити методику та створити необхідне обладнання для проведення високоточної калібровки температурних сенсорів.
- Експериментально визначити характеристики розробленого сенсора та перевірити їхню відповідність теоретичним розрахункам.
- Обґрунтувати економічну доцільність використання розробленої системи моніторингу температури в умовах реальної експлуатації.

Об'єкти дослідження:

Системи моніторингу температури в транспортних засобах, сенсори температури, GPS-трекери, методи калібрування та тарування сенсорів.

Предмет дослідження:

Закономірності зміни характеристик температурних сенсорів під впливом зовнішніх факторів та розробка методів підвищення точності їхніх показників з метою оптимізації процесу моніторингу температури під час транспортування.

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

Наукова новизна

Наукова новизна дослідження полягає у розробці комплексної системи моніторингу температури, що включає в себе високоточні температурні сенсори, системи супутникової навігації та ефективні алгоритми обробки даних.

1. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОЙДЕНОГО ШЛЯХУ АВТОМОБІЛЯ

1.1. Моніторинг місцезнаходження транспортних засобів

Сучасні інтелектуальні системи моніторингу місця знаходження не обходяться без пристроїв визначення місцезнаходження транспортних засобів. Ці системи, широко застосовувані на підприємствах різного профілю, підвищують економічну ефективність, забезпечуючи контроль над рухом автотранспорту. Зокрема, в умовах далеких перевезень, моніторинг дозволяє гарантувати безпеку водія та вантажу.

У разі дорожньо-транспортних пригод, точні дані про траєкторію та параметри руху автомобіля, отримані за допомогою систем визначення координат, значно спрощують процес розслідування та об'єктивне встановлення винуватця.

Основне завдання таких систем – визначення географічних координат транспортного засобу на поверхні Землі. Для вирішення цього завдання застосовують сучасні навігаційні технології, такі як інерційні системи, супутникові системи позиціонування (GPS, ГЛОНАСС) та їх комбінації.

Отримана інформація про місцезнаходження та маршрут руху є критично важливою для ефективної роботи таких систем, як:

Системи моніторингу руху пасажирського транспорту.

Системи відстеження вантажів.

Системи екстреного реагування при ДТП.

Автомобільні охоронні системи.

Системи запису параметрів автомобіля під час аварій (аналог «чорних ящиків» в авіації).

Крім супутникових систем, які є найбільш розповсюдженими, також використовуються інерційні системи, що розраховують шлях на основі

вимірювання прискорення, та гібридні системи, що поєднують переваги обох підходів. Крім того, для визначення координат можуть використовуватися мережі мобільного зв'язку GSM.



Рис 1.1. Датчики інтелектуальних систем моніторингу транспортних засобів

Одним із поширених методів визначення місцезнаходження автомобіля є використання мережі мобільного зв'язку GSM. Принцип роботи простий: за сигналами, які отримує автомобіль від базових станцій, можна визначити його точне місцеположення. Це схоже на роботу супутникової навігації, але замість супутників використовуються наземні станції.

Одним із популярних методів визначення місцезнаходження авто є використання мережі мобільного зв'язку GSM. Принцип роботи простий: за сигналами, які отримує автомобіль від базових станцій мобільного оператора, можна визначити його точне місцеположення. Це схоже на роботу супутникової навігації, але замість супутників використовуються наземні станції.

Щоб визначити місцезнаходження автомобіля за допомогою GSM, система вимірює відстань до найближчих базових станцій мобільного оператора. Потім, використовуючи ці дані і математичні розрахунки, вона визначає точні координати транспортного засобу. Це схоже на те, як ми визначаємо своє місцезнаходження за кількома відомими точками на карті.



Рис. 1.2. Системи супутникового моніторингу автотранспорту

Для відстеження розташування транспортних засобів широко застосовують електронні карти. Ці карти є невід'ємною частиною складних систем, які об'єднують різноманітні технології та дозволяють отримувати та обмінюватися інформацією про рух транспортних засобів в режимі реального часу. Такі системи, відомі як транспортно-телематичні, забезпечують ефективне управління транспортними потоками.

Електронні карти представляють собою цифрові моделі географічних об'єктів, що зберігаються у вигляді комп'ютерних файлів. Спеціальні програми дозволяють відображати цю інформацію на екрані, будувати маршрути та виконувати інші дії. Існує два основних типи електронних карт: растрові та векторні.

Растрові карти створені на основі сканованих зображень паперових карт або супутникових знімків. Вони схожі на звичайні фотографії, де кожен елемент зображення відповідає певному пікселю. Недоліком растрових карт є

великий розмір файлів та обмежені можливості для аналізу даних. Їх використовують переважно для візуального відображення місцевості.

Векторні карти, на відміну від растрових, зберігають інформацію про географічні об'єкти у вигляді математичних формул. Це дозволяє змінювати масштаб, обертати та аналізувати карту без втрати якості. Векторні карти більш гнучкі та дозволяють виконувати складні обчислення, такі як розрахунок оптимальних маршрутів, визначення відстаней та площ.

Система моніторингу функціонує за принципом збору даних з датчиків, їхньої подальшої обробки та зберігання. Спеціальні датчики збирають інформацію про різноманітні параметри, яку потім аналого-цифровий перетворювач (АЦП) перетворює на цифрову форму, зручну для обчислювальної техніки. Отримані цифрові дані записуються в пам'ять мікропроцесорного пристрою, який керує всією системою. Для визначення географічного розташування об'єкта використовується GPS-навігатор. Зібрані дані можна перенести на комп'ютер через USB-порт для подальшого аналізу та візуалізації.



1.3. Схема інтелектуальних систем моніторингу

Система моніторингу здійснює всебічний контроль за різноманітними параметрами роботи автомобіля. Вона реєструє детальну інформацію про температурні режими двигуна та навколишнього середовища, швидкість руху транспортного засобу та вихлопних газів, кут нахилу автомобіля, частоту обертання колінчастого валу, географічне розташування та основні електричні характеристики. Зібрані дані відображаються в реальному часі на дисплеї пристрою, а також можуть бути використані для створення детальних звітів та графіків.

Пристрої для визначення географічних координат поділяються на два основні типи: побутові та професійні. Побутові навігатори використовують готову інформацію, яку передають супутники глобальної системи позиціонування. Завдяки цьому вони можуть визначити приблизне місцезнаходження. Професійні навігатори, у свою чергу, здійснюють більш точні вимірювання за рахунок аналізу характеристик самих радіосигналів. Це дозволяє їм визначати координати з точністю до кількох міліметрів і використовується в таких галузях, як геодезія та картографія. Професійні пристрої відрізняються високою якістю компонентів, спеціалізованим програмним забезпеченням, підтримкою різних супутникових систем (GPS, ГЛОНАСС тощо) та більш тривалим часом автономної роботи.

Сьогодні більшість сучасних пристроїв для визначення місцезнаходження ґрунтуються на кодових сигналах, отриманих від супутників GPS. Ці пристрої стали відомі як GPS-навігатори.

Навігаційні системи для автомобілів можна поділити на два основні типи: для водія та диспетчерські. Системи для водія призначені для надання водієві інформації про його поточне місцезнаходження та допомагають прокладати оптимальні маршрути. Таку інформацію можна відображати на панелі приладів або проектувати безпосередньо на лобове скло автомобіля.

За функціональними можливостями навігаційні системи для водія поділяються на:

Картографічні системи: Надають детальну карту місцевості та візуально відображають маршрут руху.

Маршрутні системи: Забезпечують голосові інструкції, вказуючи водієві напрямок руху та відстань до наступного повороту.

Для онлайн-спостереження за рухомими об'єктами широко застосовуються GPS-трекери або GPS-контролери. Ці пристрої є різновидом GPS-приймачів, але мають розширені функціональні можливості.

GPS-трекери лежать в основі багатьох систем моніторингу та протиугонних систем. Вони поділяються на два основні типи:

Персональні GPS-трекери: Використовуються для відстеження розташування людей.

Навігаційні GPS-трекери: Призначені для моніторингу транспортних засобів.

Сучасні GPS-трекери є складними електронними пристроями. Вони оснащені різноманітними датчиками та модулями, що дозволяють збирати велику кількість інформації. Крім того, трекери часто мають вбудовану пам'ять для зберігання даних, що називається "чорним ящиком".

Для індикації робочого стану GPS-трекера зазвичай використовують світлодіодні індикатори:

Зелений світлодіод: Сигналізує про правильне живлення пристрою.

Жовтий світлодіод: Повіdomляє про стан з'єднання з супутниковими системами GPS або ГЛОНАСС.

Червоний світлодіод: Інформує про стан з'єднання з мобільними мережами GSM.

Таким чином, GPS-трекери є потужними інструментами для моніторингу та управління різними об'єктами, від транспортних засобів до людей.

Серцем GPS-трекера є приймач супутникових сигналів, який дозволяє точно визначити координати пристрою. Для передачі отриманих даних на

сервер моніторингу використовується GSM-модуль, що забезпечує зв'язок через мережі GPRS, SMS або супутникові канали. Окрім основних компонентів, таких як GPS-приймач та передавач, трекер містить:

Антену GPS: Забезпечує стабільний прийом сигналів супутників, може бути як зовнішньою, так і вбудованою в корпус пристрою.

Акумулятор: Живить всі компоненти трекера.

Вбудовану пам'ять: Використовується для зберігання даних, наприклад, історії руху або налаштувань пристрою.

Діагностичний роз'єм: Дозволяє підключати трекер до бортової мережі автомобіля для отримання додаткової інформації про його роботу.

Карту пам'яті microSD: Використовується для зберігання звукових файлів для функції голосового сповіщення про в'їзд/виїзд з геозон та для архівування даних.

Додаткові датчики: Можуть бути встановлені датчики рівня палива, відкриття дверей, тахографи та інші, залежно від моделі трекера.

Периферійні пристрої: Мікрофони, динаміки, відеокамери та кнопки SOS можуть бути інтегровані в трекер для розширення його функціоналу.

Зовнішній вигляд типового GPS-трекера представлений на рисунку 1.4.



1.4. Зовнішній вигляд трекера

Сучасні системи моніторингу, що використовують технологію GPS, представляють собою масштабні мережі, які об'єднують різноманітне обладнання та сервери. Ці системи поєднують в собі найкращі розробки в галузі відстеження, що були створені раніше.

Дані, зібрані датчиками, встановленими на транспортних засобах, передаються на спеціалізовані сервери, які виконують роль комунікаційних вузлів. Зібрана інформація консолідується на центральному сервері, де проходить обробку та зберігання. Після обробки дані розподіляються між регіональними серверами, що забезпечує швидкий доступ до інформації для користувачів з усього світу. Така розподілена архітектура гарантує надійність і швидкість обробки даних.

Крім того, GPS-трекери здатні накопичувати інформацію про рух транспортного засобу у власній пам'яті. Ці дані можуть передаватися на центральний сервер як в режимі реального часу, так і періодично, наприклад, після завершення маршруту.

GPS-трекер визначає своє місцезнаходження за допомогою сигналів супутників. Отримані координати передаються на сервер моніторингу через мережу мобільного зв'язку. Кожен трекер має унікальний ідентифікаційний номер, за яким його можна відстежити в системі.

Для підключення до мобільної мережі трекер використовує SIM-карту, яка слугує його унікальним ідентифікатором. Ця карта містить необхідну інформацію для автентифікації пристрою в мережі.

Системи GPS-моніторингу транспортних засобів надають широкий спектр можливостей для оптимізації бізнес-процесів. Вимоги до таких систем можуть значно відрізнятися залежно від специфіки кожного підприємства. Наприклад, деякі компанії прагнуть контролювати витрати на паливо, інші – оптимізувати маршрути руху, а треті – запобігти несанкціонованому використанню транспортних засобів.

Сучасні GPS-трекери дозволяють отримувати детальну інформацію про роботу транспортного засобу, включаючи місцезнаходження, швидкість, пробіг та дані з додаткових датчиків. Це дозволяє виявити потенційні зловживання та підвищити ефективність використання автопарку.

Застосування систем GPS-моніторингу в промисловості, зокрема в кар'єрах, дозволяє оптимізувати робочі процеси та підвищити продуктивність. Крім відстеження місцезнаходження спецтехніки, такі системи можуть фіксувати робочі цикли машин, витрату палива та інші важливі параметри.

Ринок GPS-трекерів пропонує широкий вибір пристроїв з різними функціональними можливостями. Від простих моделей для базового моніторингу до складних систем з розширеними функціями, які дозволяють контролювати широкий спектр параметрів, таких як температура, стан дверей та інші. Це дозволяє кожному користувачу обрати оптимальне рішення для своїх потреб.



Рис. 1.5 – GPS трекер BI 820 TREK

Компактний GPS-маяк – є надійним охоронцем. Завдяки своїм мініатюрним розмірам, його легко приховати, а вбудовані антени GPS і GSM забезпечують точне визначення місцезнаходження вашого авто в будь-якій точці. Навіть у закритих приміщеннях, таких як гараж чи підземний паркінг, маяк продовжує працювати завдяки підключенню до мережі стільникового зв'язку. Додаткові функції, як-от дистанційне блокування двигуна та контроль витрати палива, роблять його незамінним помічником для власників авто. Завдяки потужній батареї, маяк може працювати до 4 років без підзарядки. Керування та моніторинг здійснюється за допомогою зручного мобільного додатку або веб-інтерфейсу.

1.2. Можливості сучасних систем супутникового моніторингу транспортних засобів.

Основні можливості сучасних систем супутникового моніторингу транспортних засобів розглянемо на прикладі системи Lookout широкий спектр функцій, які надають сучасні системи GPS-моніторингу:

Детальний контроль руху: відстеження маршруту, швидкості та витрати палива в реальному часі.

Візуалізація маршрутів: наочне відображення шляху, пройденого транспортним засобом, на електронній карті.

Виявлення порушень: виявлення несанкціонованих відхилень від маршруту, контроль витрат палива та захист від викрадення.

Доступність даних: одночасний доступ до інформації про всі транспортні засоби для декількох користувачів з будь-якої точки світу.

Збереження історії: зберігання детальної інформації про рух транспортних засобів за тривалий період (швидкість, режими роботи двигуна, стан дверей тощо).

Системи оповіщення: автоматичне сповіщення про виникнення нестандартних ситуацій (наприклад, відхилення від маршруту, тривала зупинка).

Інтеграція з іншими системами: можливість експорту та імпорту даних для подальшого аналізу в корпоративних системах.

Система складається з двох основних компонентів:

Спеціального GPS-пристрою, який збирає та передає дані про рух автомобіля, а також інформацію з різних датчиків, включаючи датчик рівня палива.

Програмного забезпечення, яке обробляє зібрані дані та формує звіти.

Система моніторингу в автоматичному режимі цілодобово відстежує рівень палива, параметри руху транспортного засобу та формує деталізовані звіти. Це дозволяє отримати точну інформацію про витрату палива, пробіг та інші важливі показники.

Європейська супутникова система Євтелтракс є однією з найбільш популярних систем для моніторингу транспортних засобів. Більшість європейських автомобілів, обладнаних супутниковим зв'язком, використовують саме цю систему. Євтелтракс базується на мережі геостационарних супутників Eutelsat, які забезпечують надійний зв'язок та точне визначення місцезнаходження транспортних засобів.

Компанія Eutelsat є одним з лідерів світового ринку супутникового зв'язку. Вона володіє великою мережею супутників, що покривають більшу частину земної кулі, і забезпечує стабільну роботу системи Євтелтракс.

Сучасні системи супутникового моніторингу транспортних засобів дозволяють вирішувати широкий спектр завдань:

Точне визначення місцезнаходження: відстеження координат, швидкості та напрямку руху, а також збір додаткової інформації про стан транспортного засобу (витрата палива, температура тощо).

Контроль виконання маршрутів: моніторинг дотримання графіків руху, автоматичний облік доставки вантажів та оптимізація логістичних процесів.

Аналіз даних та оптимізація маршрутів: збір та аналіз інформації про пройдені маршрути, швидкісний режим для визначення оптимальних маршрутів та підвищення ефективності роботи транспорту.

Забезпечення безпеки: моніторинг дотримання правил дорожнього руху та виявлення потенційних ризиків.

Система супутникового моніторингу складається з таких основних компонентів:

GPS/ГЛОНАСС трекер: пристрій, встановлений на транспортному засобі, який збирає дані про місцезнаходження та інші параметри, а потім передає їх на сервер. Сервер: потужний комп'ютер з програмним забезпеченням для прийому, обробки та зберігання даних, отриманих від трекерів. Клієнтське програмне забезпечення: програма, яка дозволяє користувачеві отримувати доступ до даних про транспортні засоби в режимі реального часу та здійснювати аналіз інформації.

Типова схема роботи системи супутникового моніторингу включає в себе: збір даних про місцезнаходження, швидкість, напрямок руху та інші параметри; передачу даних на сервер; обробку та зберігання даних; візуалізацію інформації на карті; аналіз даних для прийняття управлінських рішень.



1.6. Спрощена схема моніторингу транспортних засобів

GPS/ГЛОНАСС-приймач, встановлений на транспортному засобі, за допомогою сигналів супутників визначає своє точне місцезнаходження та швидкість руху. Для збору додаткової інформації про роботу автомобіля, наприклад, про витрату палива чи температуру двигуна, використовуються додаткові датчики, підключені до головного пристрою. Зазвичай, GPS/ГЛОНАСС-приймач, контролер та засоби передачі даних (модеми, Wi-Fi) об'єднані в одному пристрої — GPS-трекері.

GPS-трекер періодично збирає дані з усіх підключених датчиків та формує інформаційні пакети. Ці пакети передаються на сервер системи моніторингу через мережу мобільного зв'язку. На сервері спеціальне програмне забезпечення обробляє отримані дані та зберігає їх в базі даних.

Оператори системи моніторингу мають доступ до цієї інформації через свої робочі станції. На екрані відображається актуальне місцезнаходження транспортних засобів, їхні маршрути, а також різноманітні діагностичні дані, що дозволяють відстежувати технічний стан автомобілів.

1.3. Датчики температур інтелектуальних систем моніторингу

Завдяки впровадженню сучасних технологій, контроль температури в холодильному обладнанні досяг нового рівня. Спеціальні температурні датчики, встановлені всередині холодильників, безперервно збирають дані про температуру і передають їх в електронну систему моніторингу. Ця система дозволяє віддалено відстежувати зміни температури в режимі реального часу, що забезпечує безпечне зберігання продуктів та своєчасне виявлення будь-яких відхилень від заданих параметрів. Отримані дані зберігаються в електронному журналі, який відповідає всім сучасним вимогам до ведення документації.

Система моніторингу температури, оснащена мережею датчиків, відіграє критичну роль у забезпеченні безперебійної роботи холодильного обладнання та збереженні продуктів. Навіть у разі непередбачених ситуацій, таких як раптовий вихід з ладу холодильника або морозильної камери, ця система гарантує своєчасне реагування.

Сучасні датчики температури здатні виявляти найменші відхилення від заданих параметрів і негайно передавати сигнал тривоги на центральний блок управління. Цей блок, в свою чергу, може ініціювати ряд дій: відправка сповіщення на смартфон власника, активація резервного джерела живлення або навіть дистанційне вимкнення обладнання для запобігання подальших ушкоджень.

Більш того, дані, зібрані датчиками, можуть бути використані для проведення аналізу та прогнозування можливих збоїв. Це дозволяє сервісним службам своєчасно планувати профілактичні роботи та мінімізувати ризики виходу обладнання з ладу.



Рисунок 1.7 Розширена схема роботи датчика температури з бездротовою передачею даних та хмарним зберіганням

Переваги встановлення температурних сенсорів моніторингу:

1. Швидке виявлення проблем з холодильним обладнанням не тільки допомагає уникнути значних фінансових втрат, але й сприяє збереженню репутації вашого бізнесу. Регулярний моніторинг температури в режимі реального часу дозволяє забезпечити безпеку продуктів та підвищити ефективність виробництва.

2. Системи моніторингу легко адаптуються до ваших потреб. Незалежно від того, чи ви починаєте невеликий бізнес, чи розширюєте існуюче виробництво, ми пропонуємо гнучкі та масштабовані рішення. Великий вибір датчиків дозволяє налаштувати систему під будь-які завдання. А завдяки швидкому встановленню (менше 15 хвилин) ви зможете відразу ж отримати необхідну інформацію.

3. Система моніторингу дає змогу налаштувати індивідуальні сповіщення на ваш телефон або через дзвінок про будь-які потенційні проблеми. Це дозволяє завчасно виявити та усунути неполадки без

необхідності проводити додаткову діагностику транспортних засобів та систем.

4. Використання температурних сенсорів у рефрижераторах є ефективним рішенням для автоматизації процесу контролю температурного режиму. Цей метод дозволяє отримувати точні та актуальні дані про температуру всередині холодильних камер в режимі реального часу. Завдяки цьому, відпадає необхідність у регулярних ручних перевірках, що значно скорочує час, витрачений на обстеження холодильних установок. Крім того, автоматизований моніторинг дозволяє виявити відхилення від заданих параметрів на ранній стадії, що сприяє збереженню якості продуктів та запобігає їх псуванню;

5. Глобальний доступ. Сучасні системи моніторингу оснащені зручними мобільними додатками для Android та iOS, що дозволяють віддалено спостерігати та контролювати температурні показники в будь-якій точці світу з доступом до інтернету. Кожен збір даних точно прив'язаний до конкретного географічного розташування;

6. Система пропонує зручний інструментарій для роботи з даними, зібраними сенсорами. Ви можете легко експортувати необхідні дані у форматі, сумісному з різними програмними додатками. Для цього використовуються веб-хуки та API, які надаються разом із сенсорами. Це дозволяє автоматизувати обмін даними між системою моніторингу та іншими програмними рішеннями, що використовуються у вашому бізнесі. Така гнучкість забезпечує максимальну сумісність системи з існуючою інфраструктурою та дозволяє створювати індивідуальні рішення для аналізу та візуалізації даних.

Широкий спектр можливостей передачі даних дозволяє легко інтегрувати систему моніторингу в будь-яку існуючу інфраструктуру, адаптуючи її до конкретних потреб підприємства. Це забезпечує максимальну

гнучкість у використанні отриманої інформації для планування технічного обслуговування та прийняття інших управлінських рішень.

Перевезення швидкопсувних продуктів – це делікатний процес, що вимагає особливих умов та технологій. Адже від того, як саме ми транспортуємо продукти харчування, залежить не лише їхній смак та аромат, а й безпека споживачів.

Щоб зберегти свіжість продуктів протягом усього шляху, необхідно забезпечити стабільну низьку температуру. Спеціальні ізотермічні кузови, якими обладнані транспортні засоби, слугують своєрідними термосами, мінімізуючи теплообмін з зовнішнім середовищем. А холодильні установки підтримують усередині кузова потрібний температурний режим. Сучасні системи моніторингу дозволяють відстежувати температуру в режимі реального часу, забезпечуючи повний контроль над процесом.

Крім того, важливу роль відіграє правильна упаковка продукту. Вона захищає його від механічних пошкоджень та втрати холоду. А щоб уникнути утворення «тепліх зон» усередині транспортного засобу, вантаж розміщують таким чином, щоб забезпечити вільну циркуляцію холодного повітря.

Для перевезення швидкопсувних продуктів використовують різні види транспорту: від автомобілів для невеликих відстаней до морських контейнерів для міжнародних перевезень. Кожен вид транспорту має свої особливості та вимоги.

Сучасні технології постійно розвиваються, і сьогодні ми вже говоримо про «розумні» холодильні ланцюги. Це системи, які за допомогою Інтернету речей дозволяють здійснювати більш ефективний моніторинг та управління температурним режимом. Крім того, все більше уваги приділяється використанню екологічно чистих холодильних агентів.

Сучасний світ пропонує нам широкий вибір свіжих продуктів, незалежно від пори року та географічного розташування. Це стало можливим завдяки розвитку технологій перевезення швидкопсувних товарів. Поєднання

традиційних та інноваційних методів дозволяє забезпечити збереження якості продуктів під час транспортування на будь-які відстані.

Транспортування швидкопсувних вантажів – це складний процес, який вимагає використання спеціального обладнання та дотримання суворих температурних режимів. Холодильні агрегати, що встановлені на транспортних засобах, відіграють ключову роль у збереженні свіжості продуктів. Однак, крім обладнання, важливим є також енергозабезпечення, яке забезпечує безперервну роботу холодильних систем. Крім того, для збереження цілісності вантажу під час транспортування необхідно дотримуватися чітко визначених вимог. Враховуючи всі ці фактори, вартість транспортування швидкопсувних продуктів значно перевищує вартість перевезення звичайних товарів.

Холодильники є лише одним з елементів складного ланцюга, який забезпечує збереження якості продуктів. Тимчасове зберігання під час транспортування також відіграє важливу роль. Для підтримання стабільної температури використовують рефрижератори, які уповільнюють хімічні процеси та розмноження мікроорганізмів. Це дозволяє зберегти свіжість продуктів харчування, фармацевтичних препаратів та навіть квітів.

Попит на якісні послуги з перевезення швидкопсувних продуктів постійно зростає. Компанії, що працюють у цій галузі, змушені постійно адаптуватися до нових вимог ринку та шукати оптимальні рішення для забезпечення безпеки та ефективності транспортування. При цьому вони стикаються з необхідністю балансувати між забезпеченням найвищих стандартів якості та мінімізацією транспортних витрат.

Одним з ключових елементів обладнання для перевезення швидкопсувних продуктів є ізотермічні фургони. Їхні стіни, підлога та двері мають високу теплоізоляцію, що дозволяє мінімізувати теплообмін між продуктами та зовнішнім середовищем.

Сучасні технології значно вплинули на логістику, зокрема на перевезення продуктів, що швидко псуються. Одним з найефективніших інструментів для забезпечення безпеки та якості таких перевезень є транспортна телематика.

Це комплекс технологій, що дозволяє в режимі реального часу збирати, обробляти та аналізувати дані про транспортний засіб і вантаж. Завдяки телематиці можна відстежувати місцезнаходження транспортного засобу, його швидкість, витрату палива, а також контролювати температуру всередині кузова.

Один з найважливіших аспектів при перевезенні продуктів, що швидко псуються, – це підтримання стабільної температури. За допомогою датчиків, встановлених усередині кузова, можна в режимі реального часу відстежувати температурний режим і отримувати сповіщення про будь-які відхилення від заданих параметрів. Це дозволяє оперативно реагувати на можливі проблеми та запобігати псуванню продукту.

Завдяки GPS-технологіям можна відстежувати маршрут руху транспортного засобу в режимі реального часу. Це дозволяє оптимізувати маршрути, контролювати швидкість руху та уникати затримок.

Зібрані дані про температуру, місцезнаходження та інші параметри дозволяють проводити детальний аналіз ефективності перевезень. На основі отриманих даних можна виявляти потенційні проблеми, оптимізувати маршрути та покращувати загальну ефективність логістичних процесів.

Завдяки телематичним системам диспетчери можуть віддалено контролювати процес перевезення, отримувати сповіщення про будь-які нестандартні ситуації та оперативно вносити корективи в маршрут або температурний режим.

Завдяки постійному моніторингу температури та інших параметрів можна мінімізувати ризик псування продукту. Завдяки можливості відстежувати місцезнаходження вантажу, клієнти можуть отримувати точну

інформацію про час доставки. Аналіз даних, зібраних за допомогою телематичних систем, дозволяє оптимізувати маршрути, знизити витрати на паливо та підвищити ефективність використання транспортних засобів.

Датчики температури відіграють незамінну роль у забезпеченні збереження свіжості та якості продуктів харчування. Вони є невід'ємною частиною сучасних інтелектуальних систем моніторингу, які дозволяють контролювати температурний режим на всіх етапах виробництва, зберігання та транспортування продуктів. Принцип роботи датчиків температури досить простий: вони перетворюють фізичну величину (температуру) в електричний сигнал, який може бути легко оброблений електронними приладами. Існує безліч типів датчиків температури, кожен з яких має свої особливості та сфери застосування.

Однією з найважливіших сфер застосування датчиків температури є холодильні ланцюги. Встановлені в холодильних камерах, рефрижераторах та транспортних засобах, датчики дозволяють безперервно контролювати температуру і своєчасно виявляти будь-які відхилення від заданих параметрів. Це особливо важливо для збереження продуктів, які швидко псуються, таких як м'ясо, риба, молочні продукти та овочі. Крім того, датчики температури широко використовуються у фармацевтичній промисловості для контролю температурного режиму при зберіганні та транспортуванні лікарських препаратів.

Переваги використання датчиків температури в системах моніторингу очевидні. По-перше, вони забезпечують високу точність вимірювання температури, що дозволяє отримати достовірні дані про температурний режим. По-друге, датчики температури дозволяють здійснювати безперервний моніторинг, що дає змогу своєчасно виявляти будь-які проблеми та вживати необхідних заходів. По-третє, використання датчиків температури дозволяє підвищити якість продукції, зменшити втрати внаслідок псування і спростити процеси контролю якості.

Сучасні датчики температури часто інтегруються в більш складні системи моніторингу, які включають в себе GPS-трекери, системи IoT та програмне забезпечення для аналізу даних. Це дозволяє отримувати комплексну інформацію про стан вантажу, включаючи його місцезнаходження, температуру та інші параметри.

Підсумовуючи, можна сказати, що датчики температури відіграють ключову роль у забезпеченні якості та безпеки продуктів харчування. Їх використання в інтелектуальних системах моніторингу дозволяє підвищити ефективність виробництва, зберігання та транспортування продуктів, а також знизити ризик втрат. Завдяки постійному розвитку технологій, можливості застосування датчиків температури постійно розширюються, відкриваючи нові перспективи для розвитку харчової промисловості та логістики.

GPS-системи забезпечують точне визначення географічних координат транспортних засобів та збір додаткової інформації, такої як швидкість, висота та температура. Інтеграція з бортовою мережею та використання різноманітних датчиків дозволяє здійснювати постійний моніторинг стану транспортного засобу та вантажу. Зібрані дані можуть бути використані для оптимізації маршрутів, підвищення безпеки перевезень та забезпечення збереження якості вантажу. Простота використання та доступність роблять GPS-системи незамінним інструментом у сучасній логістиці.

Особливо важливим є застосування таких систем для моніторингу температури продуктів харчування, та інших товарів, що швидко псуються. Дистанційний контроль дозволяє в реальному часі відстежувати температурний режим під час транспортування, що є критично важливим для збереження якості продукції та дотримання санітарних норм. Це значно знижує ризики втрат від псування товарів та забезпечує безпеку споживачів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку більш точних та енергоефективних датчиків, а також на вдосконалення алгоритмів обробки даних для більш точного прогнозування стану продукції.

2. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

2.1. Аналіз роботи підприємства

Перевезення швидкопсувних продуктів харчування є складним логістичним завданням, яке вимагає дотримання жорстких температурних режимів та інших спеціальних умов. Будь-які збої в процесі можуть призвести до значних фінансових втрат та негативно вплинути на репутацію компанії. У зв'язку з цим, дослідження, спрямоване на вдосконалення процесів перевезення швидкопсувних продуктів, є надзвичайно актуальним. У рамках цього дослідження ми проведемо комплексний аналіз існуючої системи перевезень на підприємстві ТОВ "Мрія Сервіс" з метою виявлення слабких місць та розробки рекомендацій щодо їх усунення.

Перевезення швидкопсувних продуктів вимагає не тільки дотримання температурного режиму, але й постійного контролю за маршрутом та місцем розташування вантажу. Сучасні системи GPS-навігації дозволяють відстежувати рух транспортних засобів в режимі реального часу, що є особливо важливим для забезпечення своєчасної доставки. Крім того, GPS-трекери можуть бути обладнані датчиками температури, які дозволяють контролювати температурний режим у кузові автомобіля та оперативно реагувати на будь-які відхилення від заданих параметрів. Це дозволяє зберегти якість продукції та мінімізувати ризики її псування під час транспортування.

ТОВ "Мрія Сервіс", розташоване за адресою: м. Хоростків, вул. Міцкевича, буд. 12, є господарським товариством, створеним на основі обмеженої відповідальності. Це означає, що відповідальність учасників товариства обмежується розміром їхніх вкладів у статутний капітал. Статутний капітал товариства поділений на частки і є основою майнового забезпечення зобов'язань компанії. У своїй діяльності товариство керується чинним законодавством України та внутрішніми документами.

"ТОВ "Мрія Сервіс" - це сучасне агропромислове підприємство, яке спеціалізується на вирощуванні та зберіганні високоякісної сільськогосподарської продукції. Дане підприємство забезпечує повний цикл виробництва, починаючи від обробки землі та посіву, закінчуючи збором врожаю та його доставкою до споживача. Для збереження свіжості продукції ми використовуємо сучасні технології зберігання та перевезення. Його автопарк обладнаний спеціалізованими рефрижераторами, які забезпечують оптимальні температурні умови для різних видів продукції. Завдяки власному виробництву та логістиці, гарантує своїм клієнтам завжди свіжі та якісні продукти.

Підприємство спеціалізується на ремонті та обслуговуванні широкого спектру промислового обладнання. Воно займається відновленням працездатності верстатів, насосів, компресорів, сільськогосподарської техніки та іншого обладнання. Послуги підприємства охоплюють як ремонт різального інструменту (різаків, лез, пилок), так і обслуговування зварювального обладнання, яке використовується у різних галузях промисловості, включаючи автомобілебудування. Крім того, воно здійснює ремонт будівельної, гірничої та іншої важкої техніки.

ТОВ "МРІЯ СЕРВІС" володіє основними фондами, оборотними засобами та іншими цінностями, вартість яких відображена в балансі підприємства. Ці активи є основою для здійснення господарської діяльності компанії.

Підприємство самостійно розробляє плани своєї роботи, визначає стратегічні цілі та напрямки розвитку. При цьому воно враховує такі фактори, як науково-технічний прогрес у галузі, попит на ринку продукції, товарів і послуг, а також загальну економічну ситуацію в країні.

Ціни на продукцію та послуги, які пропонує ТОВ "МРІЯ СЕРВІС", формуються з урахуванням ринкових умов та економічних реалій. Однак у

випадках, передбачених законодавством України, підприємство може застосовувати фіксовані державні ціни.

ТОВ "МРІЯ СЕРВІС" є самостійним господарським суб'єктом, який володіє власним майном та здійснює свою діяльність на основі власних планів і стратегій. Підприємство має право самостійно визначати асортимент продукції, ціни на неї та напрямки розвитку. При цьому воно діє в рамках чинного законодавства України та з урахуванням кон'юнктури ринку.

Керівництво товариства з обмеженою відповідальністю несе повну відповідальність за забезпечення безпечних умов праці на підприємстві. Вони організовують роботу таким чином, щоб кожен працівник мав можливість виконувати свої обов'язки без ризику для здоров'я та життя. Згідно з вимогами законодавства, керівництво забезпечує проведення вступного інструктажу з охорони праці для всіх новоприйнятих працівників. В інструктажі особлива увага приділяється правилам надання першої медичної допомоги та діям у надзвичайних ситуаціях.

Охорона праці в Україні – це комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних заходів, спрямованих на збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності. Правовою основою охорони праці є Конституція України та Закон України "Про охорону праці". Цей закон поширюється на всіх працівників і роботодавців, незалежно від форми власності та виду діяльності підприємства. Дотримання вимог законодавства про охорону праці є обов'язковим для всіх суб'єктів господарювання.

Держава гарантує право кожного громадянина на безпечні умови праці. Відповідно до статті 4 Закону України "Про охорону праці", Верховна Рада України визначає основні напрями державної політики в цій сфері. Ця політика спрямована на створення таких умов праці, які б забезпечували збереження життя і здоров'я працівників, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням. Для досягнення цих цілей

держава розробляє та впроваджує відповідні нормативно-правові акти, здійснює державний нагляд за дотриманням вимог охорони праці та забезпечує соціальний захист працівників. [2]

Особливу увагу вимагає агропромисловий комплекс, де працює значна кількість людей. На жаль, ця галузь традиційно вважається однією з найбільш травмонебезпечних. Саме тому державні органи, зокрема територіальні органи Державної служби України з питань праці, здійснюють посилений контроль за дотриманням законодавства про охорону праці в сільському господарстві. Згідно зі статтею 13 Закону України "Про охорону праці", роботодавці зобов'язані створити безпечні умови праці на всіх робочих місцях. Це означає, що аграрії повинні забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту, провести інструктаж з безпеки та вжити всіх необхідних заходів для запобігання нещасним випадкам на виробництві.

Для забезпечення безпеки праці на підприємствах агропромислового комплексу недостатньо лише створити відповідні умови. Важливу роль відіграє рівень знань та навичок самих працівників. Згідно з законодавством, роботодавець зобов'язаний організувати навчання та інструктаж з питань охорони праці для всіх працівників, особливо для тих, хто виконує роботи з підвищеною небезпекою. Регулярна перевірка знань дозволяє оцінити рівень підготовленості працівників та вжити необхідних заходів для підвищення їх кваліфікації. Важливо пам'ятати, що до роботи не допускаються працівники, які не пройшли відповідне навчання.

Для забезпечення безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки необхідно проводити регулярні технічні огляди та своєчасно усувати всі несправності. Особливу увагу слід приділяти рухомих і обертовим частинам машин, які повинні бути надійно огорожені захисними кожухами. Категорично забороняється експлуатувати несправну техніку, оскільки це створює значний ризик травмування працівників. Крім того, важливо дотримуватися правил техніки безпеки під час проведення ремонтних робіт.

Під час виконання польових робіт особливу увагу слід приділяти безпеці працівників. Категорично забороняється одноосібно обслуговувати декілька сівалок або інших машин, оскільки це значно підвищує ризик травмування. Завантаження сівалок має здійснюватися механізованим способом. У випадку ручного завантаження агрегат необхідно повністю зупинити та вимкнути двигун. При проведенні будь-яких ремонтних робіт на піднятих робочих органах необхідно використовувати спеціальні інструменти та засоби індивідуального захисту. Агрегат повинен бути надійно зафіксований, а двигун вимкнений.

Перевезення продуктів харчування, особливо тих, що швидко псуються, є складним процесом, який вимагає дотримання суворих правил техніки безпеки. Від того, наскільки правильно будуть організовані такі перевезення, залежить не тільки збереження якості продукції, але й здоров'я споживачів. Дотримання правил техніки безпеки гарантує, що продукти, які потрапляють на прилавки магазинів, є безпечними для споживання.

Для збереження свіжості та якості продуктів необхідно використовувати спеціалізований транспорт, який підтримує необхідний температурний режим. Кожен вид продукту має свої вимоги до температури, тому важливо забезпечити, щоб вона відповідала цим вимогам протягом усього шляху. Крім того, продукти повинні бути правильно упаковані та захищені від пошкоджень та забруднень.

Під час перевезення необхідно забезпечити вентиляцію транспортного засобу, щоб уникнути утворення конденсату та розвитку бактерій. Всі транспортні засоби, які використовуються для перевезення харчових продуктів, повинні регулярно дезінфікуватися. Завантаження та розвантаження продуктів має здійснюватися швидко та акуратно, щоб уникнути пошкоджень. Для кожної партії товару необхідно оформити супровідні документи, які підтверджують відповідність продукції санітарним нормам і правилам перевезення.

Відповідальність за дотримання правил техніки безпеки несуть як перевізники, так і виробники та постачальники. Порушення цих правил може призвести до адміністративної, цивільної та навіть кримінальної відповідальності.

Таким чином, дотримання правил техніки безпеки при перевезенні швидкопсувних продуктів є необхідною умовою для забезпечення якості та безпеки харчових продуктів. Тільки за умови дотримання всіх вимог можна бути впевненим, що продукти, які потрапляють на наші столи, є безпечними для здоров'я.

2.2. Дослідження конструкційних параметрів контролерів температури

Контроль температури в рефрижераторах є одним із найважливіших аспектів сучасних логістичних процесів. Особливо це стосується перевезення продуктів харчування, фармацевтичних препаратів, хімікатів та інших температурно-чутливих вантажів.

Багато продуктів харчування, таких як м'ясо, риба, молочні продукти, овочі та фрукти, вимагають строгого дотримання температурного режиму для запобігання розмноженню бактерій та псуванню. Навіть невеликі коливання температури можуть призвести до значних втрат якості та безпеки продуктів. Фармацевтична промисловість також має високі вимоги до температурного режиму під час транспортування лікарських препаратів. Багато ліків, особливо вакцини та біологічні препарати, втрачають свої лікувальні властивості при порушенні температурного режиму.

Для забезпечення контролю температури в рефрижераторах використовуються спеціальні датчики, які встановлюються всередині вантажного відсіку. Ці датчики передають інформацію про температуру в режимі реального часу на спеціальний сервер, де її можна відстежувати та аналізувати. Завдяки цьому, можна оперативно виявляти будь-які відхилення від заданих параметрів та вживати необхідних заходів.

Переваги використання систем контролю температури в рефрижераторах очевидні. По-перше, це дозволяє значно знизити ризик псування продуктів та забезпечити їх безпеку для споживачів. По-друге, контроль температури сприяє підвищенню якості обслуговування клієнтів, оскільки дозволяє доставити продукти у свіжому та безпечному вигляді. По-третє, це дозволяє оптимізувати логістичні процеси та знизити витрати, пов'язані з втратами продукції. Крім того, системи контролю температури

забезпечують високий рівень прозорості та дозволяють відстежувати рух вантажу в режимі реального часу.

Сучасні системи моніторингу температури в рефрижераторах оснащені додатковими функціями, такими як геолокація, контроль палива, аналіз стилю водіння тощо. Це дозволяє отримати більш повну картину про процес перевезення та підвищити ефективність роботи транспорту.

Контроль температурного режиму під час транспортування температурно-чутливих вантажів є критично важливим для збереження їх якості та безпеки. Сучасні системи GPS моніторингу, оснащені датчиками температури, надають можливість відстежувати зміни температурного режиму в режимі реального часу. Це дозволяє оперативно реагувати на будь-які відхилення від заданих параметрів та вживати необхідних заходів для усунення проблем.

Крім основних функцій моніторингу температури, системи GPS можуть надавати додаткові можливості:

- Створення звітів: Системи здатні генерувати детальні звіти про зміни температури за певний період часу. Це дозволяє проводити аналіз даних та виявляти закономірності, що впливають на температурний режим.
- Геозони: Можна створювати геозони, які відповідають певним температурним режимам. Система автоматично відстежує переміщення транспортного засобу по цих зонах і попереджає користувача про будь-які відхилення.
- Інтеграція з іншими системами: Системи GPS можуть інтегруватися з іншими системами управління транспортом, що дозволяє отримати більш повну картину про процес перевезення. Наприклад, можна інтегрувати систему контролю температури з системою управління паливом або системою відстеження водія.
- Віддалений доступ: Завдяки можливості віддаленого доступу до системи, користувач може отримувати інформацію про температуру в будь-

який час і з будь-якого місця, де є доступ до інтернету. Це дозволяє оперативно реагувати на виникнення проблем та мінімізувати збитки.

Переваги використання систем GPS моніторингу для контролю температури:

- Підвищення якості послуг: Завдяки точному контролю температурного режиму, можна забезпечити доставку вантажів у відмінному стані.
- Зменшення втрат: Своєчасне виявлення та усунення проблем дозволяє зменшити кількість зіпсованих продуктів.
- Підвищення прозорості: Системи GPS забезпечують високий рівень прозорості процесу перевезення, що дозволяє підвищити довіру клієнтів.
- Оптимізація витрат: Завдяки аналізу даних можна оптимізувати маршрути, знизити витрати на паливо та підвищити ефективність роботи транспорту.

Для точного та надійного контролю температурного режиму в рефрижераторах використовується різноманітне обладнання, зокрема спеціальні датчики. Вибір типу датчика залежить від багатьох факторів, таких як необхідна точність вимірювання, діапазон робочих температур, вартість та інші технічні характеристики.

Найбільш поширеними типами датчиків температури, які застосовуються в системах моніторингу рефрижераторів, є:

- Термопари: Це один з найстаріших і найнадійніших типів датчиків температури. Термопара складається з двох різних металів, які з'єднані між собою на одному кінці. При різниці температур на спаях цих металів виникає електрична напруга, величина якої пропорційна різниці температур. Термопари відзначаються широким діапазоном вимірювання температур, високою чутливістю та відносно низькою вартістю.

- Терморезистори (термістори): Це напівпровідникові елементи, опір яких змінюється залежно від температури. Терморезистори компактні, мають високу точність вимірювання і можуть бути використані в широкому діапазоні температур.
- Термометри опору (РТТ): Це датчики, виготовлені з металів, опір яких лінійно залежить від температури. РТТ відзначаються високою точністю, стабільністю та широким діапазоном робочих температур.
- Цифрові датчики температури: Це інтегральні мікросхеми, які містять у собі чутливий елемент і аналого-цифровий перетворювач. Цифрові датчики мають ряд переваг, таких як висока точність, широкий динамічний діапазон, вбудовані функції лінеаризації та компенсації похибок.

Вибір конкретного типу датчика залежить від таких факторів як необхідна точність вимірювання: Для різних застосувань потрібна різна точність вимірювання температури. Діапазон вимірюваних температур: Кожен тип датчика має свій діапазон робочих температур. Вартість: Вартість датчиків може значно відрізнятись в залежності від їх типу і технічних характеристик. Розміри і габарити: Розміри датчика можуть бути критичними для встановлення в обмеженому просторі. Стійкість до зовнішніх впливів: Датчики повинні бути стійкими до вібрацій, вологості, хімічних речовин та інших зовнішніх впливів.

Для ефективного віддаленого моніторингу температурного режиму всередині фури використовується широкий спектр датчиків. Вони дозволяють отримувати точні дані про температуру в різних точках вантажного відсіку та передавати їх на відстань у режимі реального часу.

Основні типи датчиків для контролю температури в фурах є термопари. Рис. 2.1. Це один з найпоширеніших типів датчиків, який працює на принципі виникнення електричної напруги на стику двох різних металів при зміні температури. Його переваги висока точність, широкий діапазон вимірювання температур, відносна невибагливість. Недоліком є чутливість до

електромагнітних перешкод, необхідність додаткового обладнання для перетворення сигналу.



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд термопари.

Терморезистор – це пасивний електронний компонент, електричний опір якого значно змінюється залежно від температури. Рис. 2.2. Ця властивість робить їх незамінними у багатьох галузях, особливо в електроніці та автоматизації, де потрібне точне вимірювання температури.

Принцип роботи терморезистора ґрунтується на зміні рухливості носіїв заряду в напівпровідниковому матеріалі при зміні температури. Існує два основних типи терморезисторів:

NTC-терморезистори (Negative Temperature Coefficient): Їхній опір зменшується зі збільшенням температури. Більшість терморезисторів, які використовуються на практиці, належать саме до цього типу.

PTC-терморезистори (Positive Temperature Coefficient): На відміну від NTC, їхній опір зростає зі збільшенням температури. Переваги: компактність, висока точність, широкий діапазон вимірювання.

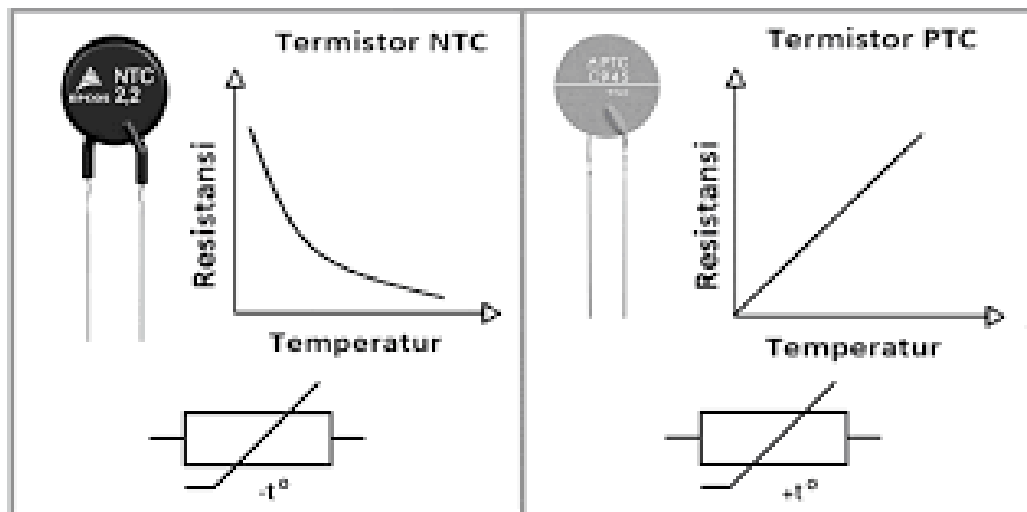


Рис. 2.1. Термопари NTC та PTC.

Терморезистори, завдяки своїм унікальним властивостям, знайшли широке застосування в різних галузях електроніки та автоматизації. Однією з головних переваг терморезисторів є їхня висока чутливість до змін температури, що дозволяє виявляти навіть незначні коливання. Крім того, вони відрізняються компактними розмірами та доступні в різноманітних формах і розмірах, що спрощує їх інтеграцію в різні пристрої. Вартість терморезисторів є відносно невисокою порівняно з іншими типами температурних датчиків, що робить їх економічно вигідним рішенням. Ще однією перевагою є простота використання, оскільки вони не вимагають складних схем підключення.

Застосування терморезисторів є дуже широким. Їх використовують для вимірювання температури в термометрах, системах клімат-контролю, автомобільних датчиках та багатьох інших пристроях. Терморезистори також відіграють важливу роль у захисті електронних компонентів від перегріву, оскільки можуть спрацювати як термозапобіжники. Крім того, їх використовують для температурної компенсації, тобто для компенсації зміни параметрів інших електронних компонентів в залежності від температури. Терморезистори є невід'ємною частиною термостатів, які забезпечують підтримання сталої температури в різних пристроях і системах.

При виборі терморезистора необхідно враховувати кілька факторів. Перш за все, важливо визначити діапазон вимірюваних температур, оскільки кожен терморезистор має свої обмеження. Точність вимірювання також є важливим параметром, який залежить від конкретного застосування. Швидкість відгуку терморезистора визначає, наскільки швидко він реагує на зміни температури. Номінальний опір терморезистора впливає на вибір схеми підключення. Розмір і форма терморезистора вибираються залежно від місця його встановлення. І, нарешті, важливо враховувати стійкість терморезистора до зовнішніх впливів, таких як вібрація, вологість та хімічно активні речовини, особливо якщо він буде використовуватися в складних умовах.



2.3. Цифровий датчик температури

Цифровий датчик температури – це електронний прилад, призначений для вимірювання температури та подання результатів у цифровому форматі. На відміну від аналогових датчиків, які вимірюють температуру за допомогою зміни фізичних властивостей (наприклад, опору), цифрові датчики перетворюють виміряну температуру безпосередньо в цифровий сигнал, що робить їх більш точними та зручними для подальшої обробки.

Цифрові датчики температури широко застосовуються в різних галузях, включаючи промисловість, медицину, автомобільну промисловість та побутову техніку. Вони використовуються для контролю температури в

холодильниках, печах, кондиціонерах, а також для моніторингу температури в виробничих процесах.

Термодатчики відіграють важливу роль у сучасних системах GPS-моніторингу транспорту, особливо при перевезенні температурно-чутливих вантажів. Вони дозволяють відстежувати зміни температури в транспортному засобі та забезпечувати оптимальні умови зберігання товарів.

Існує кілька основних типів термодатчиків, які використовуються в системах GPS-моніторингу:

- Аналогові термодатчики: Цей тип датчиків був широко розповсюджений раніше, але сьогодні практично не використовується в сучасних системах GPS-моніторингу. Основною причиною є їхня низька точність вимірювань, схильність до впливу електромагнітних перешкод та обмежені можливості інтеграції з цифровими системами.
- Цифрові термодатчики: Це найбільш поширений тип датчиків, який використовується в сучасних системах GPS-моніторингу. Вони забезпечують високу точність вимірювань, стійкі до перешкод та легко інтегруються з цифровими системами. Цифрові термодатчики можуть передавати дані про температуру безпосередньо в систему GPS-моніторингу, що дозволяє отримувати точну та актуальну інформацію про температурний режим у транспортному засобі.
- Бездротові термодатчики: Цей тип датчиків працює на основі бездротових технологій (Bluetooth, Wi-Fi, LoRa, NB-IoT тощо) і дозволяє передавати дані про температуру на значні відстані. Бездротові термодатчики можуть бути встановлені в різних точках транспортного засобу, що дозволяє отримувати інформацію про температуру в різних зонах вантажного відсіку.

Переваги бездротових термодатчиків:

- Гнучкість: Можливість встановлення датчиків в будь-якому зручному місці без необхідності прокладки проводів.

- Масштабованість: Легке додавання нових датчиків для розширення системи моніторингу.
- Можливість віддаленого моніторингу: Дані про температуру можуть передаватися в реальному часі на будь-який пристрій, підключений до інтернету.

Порівняння дротових та бездротових термодатчиків:

Характеристика	Дротові термодатчики	Бездротові термодатчики
Кількість датчиків	Обмежена кількістю входів у GPS-трекері (зазвичай 1)	Може бути підключено до 4 і більше датчиків
Встановлення	Вимагає прокладки проводів	Просте встановлення без прокладки проводів
Вартість	Зазвичай дешевші	Більш дорогі через вартість бездротового модуля
Стійкість до перешкод	Менш чутливі до перешкод	Можуть зазнавати впливу перешкод від інших бездротових пристроїв

Вибір типу термодатчика залежить від конкретних вимог до системи моніторингу, таких як точність вимірювань, кількість датчиків, необхідність віддаленого моніторингу та бюджет.

Використання бездротових термодатчиків дозволяє:

- Отримати більш точні дані про температурний режим: За рахунок можливості встановлення датчиків в різних точках вантажного відсіку.
- Збільшити надійність системи моніторингу: За рахунок відсутності фізичних з'єднань між датчиками та GPS-трекером.
- Покращити зручність використання системи: За рахунок простоти встановлення та налаштування датчиків.

Моніторинг температури під час перевезення продуктів у фурах є критично важливим для збереження якості вантажу, особливо для харчових продуктів, фармацевтичних препаратів та інших температурно-чутливих товарів. Завдяки сучасним технологіям GPS і датчикам, цей процес став значно ефективнішим та прозорішим.

Для цього використовується фура обладнана спеціальним обладнанням для підтримання потрібної температури. Всередині встановлені датчики температури, які постійно зчитують температуру в різних точках вантажного відсіку. Ці датчики з'єднані з GPS-трекером, який встановлений на транспортному засобі. GPS-трекер, окрім відстеження геолокації фури, збирає дані з датчиків температури і передає їх на сервер через мобільну мережу.

На сервері ця інформація обробляється, зберігається і візуалізується у вигляді зручних графіків та звітів. Логістична компанія або власник вантажу може в будь-який момент зайти в свій особистий кабінет і переглянути, яка температура в даний момент у фурі, як змінювалася температура протягом поїздки, і де саме знаходиться транспортний засіб.

Системи GPS-моніторингу дозволяють в режимі реального часу відстежувати розташування кожного транспортного засобу на інтерактивній карті, контролювати швидкість руху та прокладені маршрути. Крім того, такі системи забезпечують детальний моніторинг витрати палива, стану рефрижератора та температури всередині вантажного відсіку. Детальні графіки дозволяють аналізувати динаміку зміни температури за будь-який період, що є незамінним для перевезення харчових продуктів, фармацевтичних препаратів та інших температурно-чутливих вантажів.

Завдяки функції геозон можна встановлювати віртуальні межі на карті і отримувати сповіщення про в'їзд або виїзд транспортного засобу з заданої зони. Це дозволяє контролювати дотримання маршруту і запобігати несанкціонованим зупинкам. Історія руху кожного транспортного засобу

зберігається, що дозволяє проводити детальний аналіз ефективності роботи водіїв, планувати маршрути та вирішувати конфліктні ситуації.

Системи GPS-моніторингу автоматично формують різноманітні звіти про пробіг, витрату палива, температуру, порушення правил руху тощо. Ці звіти є цінним джерелом інформації для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Крім того, сучасні системи GPS-моніторингу можуть інтегруватися з іншими системами управління транспортом, такими як системи управління флотом та системи управління складом. Більшість систем мають мобільні додатки, які дозволяють відстежувати транспорт і отримувати сповіщення прямо зі смартфона.

2.3. Дослідження принципу роботи контролерів температури.

Температура є скалярною величиною, яка може змінюватися в залежності від часу та простору і визначає енергетичний стан середовища, що вимірюється. Контроль температури в рідинах і газах можна здійснити майже в будь-якій точці середовища. Вимірювання температури в твердих тілах часто обмежене розмірами їхньої поверхні. У сенсорах температури, що використовуються найчастіше, важливо забезпечити хороший контакт між середовищем і сенсором (контактним термометром), що дозволяє точно визначити температуру. Однак існують також безконтактні сенсори, в яких температура вимірюється через фіксацію теплового (інфрачервоного) випромінювання — такі пристрої називаються пірометрами або радіаційними термометрами, а для особливих випадків можуть застосовуватись тепловізори. Головною вимогою до температурних сенсорів є забезпечення високої точності у відтворенні локального температурного розподілу та його змін протягом часу.

Вказана вимога пов'язана з технічними аспектами, які можуть бути не повністю виконані. Для забезпечення зручності розміщення сенсора та швидкої реакції на зміни температури його розміри повинні бути мінімальними, а теплоємність — якнайменшою. Щоб запобігти впливу температури корпусу, деталей чи вузлів, на яких встановлений сенсор, необхідно забезпечити ефективну термоізоляцію датчика від кріплення. Теплоємність більшості сенсорів у робочому стані повинна бути на мінімальному рівні (менше 1 мВт), оскільки її підвищення може призвести до спотворення результатів вимірювання.

Т-постійна часу визначає динамічну поведінку температурного сенсора. Вона вказує на час, необхідний сенсору для того, щоб після різкої зміни температури досягти стабільного значення, яке складає 99%, 90% або

63% від кінцевої величини. Час відгуку сенсора залежить не лише від його теплоємності, а й від коефіцієнта тепловіддачі середовища. Чим вищий цей коефіцієнт, тим швидше сенсор досягне кінцевого значення. Для рідких середовищ значення коефіцієнта зазвичай вище, ніж для газоподібних.

Коефіцієнт тепловіддачі також залежить від швидкості потоку середовища (v), і його значення пропорційне кореню квадратному з цієї швидкості ($\sqrt{v}$). Тому постійна часу температурного сенсора визначається для конкретної швидкості потоку середовища.

При вимірюванні температури в автомобілях зазвичай використовують залежність температури від опору електричних матеріалів з негативним або позитивним температурним коефіцієнтом. Для перетворення змін у опорі на аналогову величину (напругу) до схеми дільника напруги додають опір, що залежить від температури або нейтральний, який компенсує ці зміни.

Безконтактні температурні сенсори (пірометри) використовують доступні мікросистемні технології, що дозволяє їм широко застосовуватися для забезпечення комфорту, наприклад, для вимірювання температури, запобігання запотіванню вікон, а також для контролю клімату в салоні автомобіля згідно з потребами. Крім того, такі сенсори використовуються для забезпечення безпеки пасажирів і водія, зокрема для контролю правильного спрацювання подушок безпеки в залежності від положення пасажирів.

Температура, що зазвичай вимірюється в більшості автомобілів, представлена в таблиці 2.1.

Різноманітність діапазонів вимірювання, численні концепції та різні технології виробництва призводять до існування безлічі форм сенсорів. Зазвичай температура, що вимірюється, є допоміжною величиною, яка

служить для компенсації погрешностей та небажаних параметрів впливу. Оскільки температура тісно пов'язана з фізичними процесами, що від неї залежать, існує безліч методів для точного вимірювання температури.

Таблиця 2.1

Точки вимірювання та діапазон температури в автомобілі

Точка вимірювання	Місце вимірювання	Діапазон температур	Призначення
Температура повітря в салоні	Вентиляційні отвори або датчики в кабіні	+10°C до +30°C	Регулювання клімату в салоні, забезпечення комфорту пасажирів
Температура двигуна	Вихід охолоджувальної рідини або блок двигуна	70°C до 110°C	Запобігання перегріву двигуна, підтримка ефективної роботи
Температура трансмісії	Коробка передач або трансмісійна рідина	50°C до 120°C	Контроль температури трансмісії для забезпечення її нормальної роботи
Температура охолоджувальної рідини	Біля радіатора або в системі охолодження	80°C до 105°C	Охолодження двигуна, запобігання перегріву
Температура вихлопних газів	Вихлопна система або камера згоряння	300°C до 900°C	Контроль ефективності згоряння палива та зменшення викидів
Температура в колісних арках	Сенсори в колісних арках	-10°C до +40°C	Оцінка температури коліс та підвіски, забезпечення безпеки на дорозі
Температура навколишнього середовища	Зовнішній датчик температури	-40°C до +50°C	Визначення зовнішніх умов для адаптації кліматичної системи автомобіля
Температура батареї	Датчики на батареї або в охолоджувальній системі	-20°C до +60°C	Запобігання перегріву та забезпечення ефективної роботи батареї в електричних та гібридних авто

Розрізняють методи, де вплив температури є вираженим і домінуючим, а процес вимірювання відбувається, по можливості, згідно з лінійною характеристикою. Також важливими є такі критерії:

- економічність та можливість масового виробництва;
- низький рівень зносу і великий термін служби;
- висока точність та відтворюваність результатів.

З огляду на ці фактори, в автомобілях використовуються різні типи сенсорів.

Електричні резистори — це біполярні елементи, що змінюють своє значення залежно від температури, і використовуються для її вимірювання. Існують різні типи таких сенсорів: товстошарові та тонкошарові, металокерамічні та монокристалічні, плівкові та дротяні.

Зазвичай ці сенсори працюють при подачі електричного струму, що дозволяє перетворювати сигнал у аналоговий при сталому опорі R_v (рис. 2.1), або підключаються до одного з існуючих дільників напруги.

При проходженні через схему ділення напруги початкова вольт-амперна характеристика сенсора $R(T)$ трансформується у нову характеристику $U(T)$, яка описується рівнянням (2.1).

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

Однак, за умови сталого струму живлення I_0 , початкова температурна залежність опору відтворюється точно, що відображено рівнянням (2.2)

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

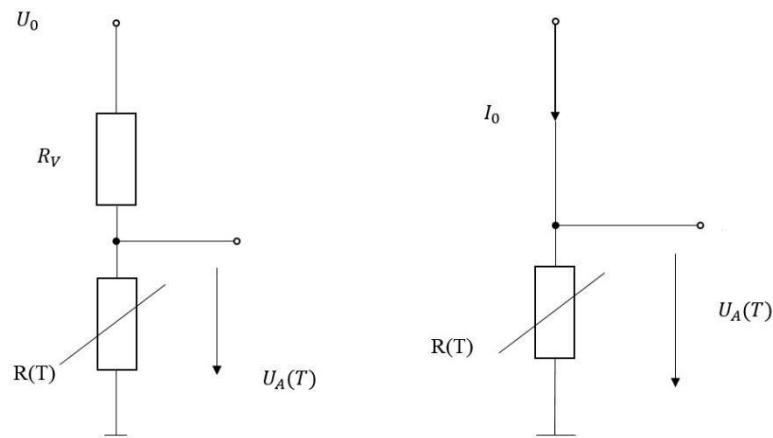


Рисунок 2.1 – Схеми аналого-цифрового перетворення резистивних датчиків.

I_0 - Струм живлення; U_0 - напруга живлення; R_V – опір що не залежить від температури;

$R(T)$ – опір що не залежить від температури; $U_A(T)$ – вихідна напруга.

Застосування дільника напруги дозволяє зменшити нелінійність вимірювальної характеристики, проте це супроводжується зниженням чутливості. Однак, підбираючи значення додаткового опору, можна досягти компенсації температурних змін опору вимірювального елемента. Наприклад, при температурі 20°C , підбираючи відповідний опір, можна мінімізувати похибку вимірювання.

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

Для підвищення точності вимірювань, до сенсора можуть бути підключені додаткові опори: паралельний R_P та послідовний R_S . Ці елементи дають змогу коригувати як температурний коефіцієнт, так і загальний опір сенсора, забезпечуючи необхідні метрологічні характеристики.

Напівпровідникові резистори, виготовлені з полікристалічних керамічних матеріалів на основі оксидів металів, знайшли широке застосування завдяки своїй високій температурній чутливості та низькій вартості виробництва. Процес виготовлення таких резисторів включає в

себе змішування та спікання порошків оксидів металів, що призводить до утворення матеріалу з пористою структурою. Саме ця пориста структура, а також наявність домішок, зумовлює високий температурний коефіцієнт опору. Залежно від складу матеріалу та технології виробництва, можна отримати резистори з різними температурними характеристиками, що дозволяє оптимізувати їх застосування в різних електронних схемах.

Для опису температурної залежності опору термісторів використовується експоненціальний закон:

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

де: $R(T)$ - опір термістора при температурі T ;

R_0 - опір термістора при еталонній температурі T_0 ;

β - матеріальна константа, що характеризує чутливість термістора до температури.

Цей вираз відображає експоненціальне зростання (або спадання) опору термістора при зміні температури. Знак константи β визначає тип термістора: позитивний (PTC) або негативний (NTC)."

Температурний коефіцієнт опору (ТК) термістора, який характеризує відносну зміну опору при зміні температури, залежить від робочої точки і описується виразом:

$$TK = -\frac{B}{T^2} \quad (2.5)$$

де B - матеріальна константа;

T - абсолютна температура.

З цього рівняння видно, що ТК є негативним і обернено пропорційний квадрату температури. Це означає, що зі зростанням температури абсолютне значення ТК зменшується, тобто крива залежності опору від

температури стає менш крутою. Іншими словами, при високих температурах зміна опору термістора при зміні температури стає менш вираженою."

На малюнку Рис.2.2. подано графік залежності опору від температури. З цього рівняння видно, що ТК є негативним і обернено пропорційний квадрату температури. Це означає, що зі зростанням температури абсолютне значення ТК зменшується, тобто крива залежності опору від температури стає менш крутою. Іншими словами, при високих температурах зміна опору термістора при зміні температури стає менш вираженою.

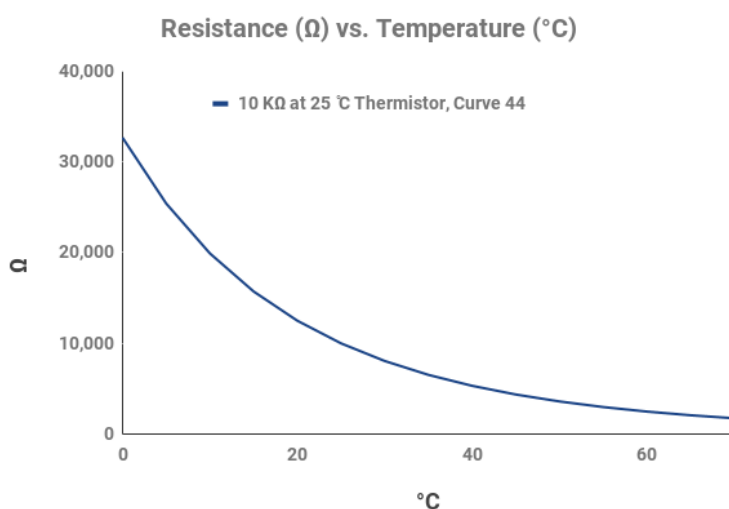


Рис.2.2. Графік залежності опору від температури

На графіку зображено типову залежність опору NTC-термістора від температури. Як бачимо, зі збільшенням температури опір термістора зменшується експоненційно. Саме таку залежність описує наведене вище рівняння для температурного коефіцієнта опору.

Важливо зазначити: Форма графіка може дещо відрізнятись для різних типів термісторів (NTC або PTC), але загальна тенденція -

експоненціальне зменшення (для NTC) або збільшення (для PTC) опору зі зміною температури залишається незмінною."

Термістори демонструють значний діапазон зміни опору - від сотень кілоомів до декількох десятків Ом, що забезпечує їх широке застосування в різних областях. Широкий робочий температурний діапазон від -40°C до 850°C обумовлений сильною залежністю опору від температури. Однак, досягти високої точності характеристик термісторів є складним завданням через технологічні обмеження виробництва та природні властивості матеріалів. Незначні відхилення параметрів від номінальних значень можуть зберігатися протягом всього терміну експлуатації приладу.

Тонкоплівкові металеві резистори відрізняються високою точністю завдяки використанню двох температурно-стабільних резисторів, інтегрованих у підкладку вимірювальної схеми. Це дозволяє досягти дуже вузького діапазону похибки та забезпечує тривалий термін служби. Завдяки різноманітності матеріалів підкладки (пластик, скло, кераміка) та додаткових захисних покриттів, такі резистори стійкі до впливу зовнішніх факторів. Порівняно з напівпровідниковими мінерально-керамічними сенсорами, тонкоплівкові металеві резистори демонструють значно меншу залежність від температури, а також кращу відтворюваність та лінійність характеристик.

Вони мають значні переваги порівняно з напівпровідниковими мінерально-керамічними сенсорами. Їхня висока точність, досягнута за рахунок використання двох температурно-стабільних резисторів та спеціальної технології виробництва, дозволяє використовувати їх у вимогливих застосуваннях. Крім того, металеві резистори відрізняються кращою лінійністю та меншою залежністю від температури, що забезпечує більш стабільні показання протягом тривалого часу. Різноманітність матеріалів підкладки та захисних покриттів дозволяє адаптувати такі резистори до різних умов експлуатації.

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 $T_0 = 20^\circ\text{C}$ (еталонна температура).

Порівняно з іншими металами, платина має найнижчий температурний коефіцієнт опору (ТК), що робить її ідеальним матеріалом для виготовлення високоточних температурних сенсорів. Характеристика ТК100, яка визначає середню чутливість сенсора в діапазоні від 0°C до 100°C , для платинових резисторів має найменше значення. Завдяки високій стабільності характеристик і низькому ТК, платинові термометри, такі як РТ-100 і РТ-1000, широко використовуються в метрології та інших областях, де потрібна висока точність вимірювання температури.

Для вимірювання високих температур до 1000°C , застосовуються товстоплівкові платинові датчики. Щоб забезпечити стабільність характеристик при таких екстремальних умовах, платиновий шар доповнюють спеціальними добавками. Незважаючи на високий питомий опір товстих шарів, ці датчики часто використовують у компенсаційних схемах завдяки своїй здатності до лінійнішої зміни опору з температурою порівняно з резисторами з негативним температурним коефіцієнтом опору (НТК). Крім того, характеристики таких датчиків можуть бути додатково калібровані за допомогою лазерного променя.

Використання кремнію та інших напівпровідників для створення сенсорних чіпів дозволяє створювати компактні багатофункціональні пристрої. Можливість інтеграції додаткових електронних компонентів на одному кристалі спрощує конструкцію приладу та підвищує його надійність. Для забезпечення високої точності характеристик чіпів

використовується спеціальна технологія виробництва, яка мінімізує розтікання домішок у матеріалі.

Струм, проходячи через вимірювальний резистор, досягає поверхневої точки контакту з напівпровідниковим матеріалом Si. Далі, завдяки процесу дифузії, він поступово розподіляється по всьому об'єму напівпровідника, досягаючи нижньої частини чіпа, де стикається з протилежним електродом. Цей процес розповсюдження струму є ключовим для функціонування сенсора, оскільки саме він забезпечує взаємодію з вимірюваним фізичним параметром (наприклад, температурою, тиском, світлом) і перетворення цієї взаємодії в електричний сигнал.

Для підвищення точності вимірювань та зниження впливу зовнішніх факторів, два ідентичних датчики часто сполучають послідовно, але з протилежною полярністю. Нижній електрод таких датчиків зазвичай виготовляють з металу, надаючи йому виключно теплопровідні функції. Цей підхід дозволяє подвоїти чутливість порівняно з платиновими резисторами.

Властива провідність матеріалу, з якого виготовлені датчики, обмежує їхню робочу температуру приблизно до 150°C. Хоча деякі моделі, завдяки особливим конструктивним рішенням, можуть функціонувати при більш високих температурах, досягаючи 300°C.

Для вимірювання в діапазоні > 1000 °C- використовують термопари.

Принцип функціонування таких пристроїв базується на виникненні електричної напруги, спричиненої різницею температур на кінцях провідника. Цей ефект, відомий як ефект Зеєбека, призводить до появи термо-ЕРС U_{th} , величина якої прямо пропорційна різниці температур ΔT . Для розрахунку термо-ЕРС використовують формулу:

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

Термопара вимірює лише різницю температур між вимірювальним матеріалом і матеріалом кабелів, що використовуються, оскільки провідник, який вимірює температуру, повинен мати хороший контакт зі сполучними кабелями, на які також впливає температура.

Еталонним матеріалом для порівняння термічної напруги зазвичай є платина. Для досягнення максимальної напруги на виході застосовують суміші різних матеріалів, наприклад, комбінацію константану та заліза. Кожен стержень термопари має на кінці зварне, виту чи паяне з'єднання, яке фіксує та передає вимірювальну температуру.

Зазвичай подовжувачі, що передають сигнал, виготовляються з тих самих матеріалів, що й термопара, і називаються «компенсаційними проводами». Обидва кінці термопари перебувають під впливом температури, тому вони вимірюють лише різницю температур від початкової точки вимірювання. Використовуючи резистивний сенсор, можна визначити абсолютну температуру в точці вимірювання.

У більшості випадків залежність термічної напруги від температури є нелінійною. Для підсилення слабких сигналів і їх лінеаризації використовуються інтегровані схеми перемикання. Щоб збільшити величину вимірювальної напруги, термопари з'єднують послідовно, при цьому «холодні клеми» забезпечують еталонну температуру, а «гарячі клеми» — вимірювальну температуру.

Завдяки низькому внутрішньому опору та високому рівню безпеки, зокрема щодо електромагнітної сумісності, термопари є надійними та ефективними приладами для вимірювання температури.

Однак похибка при вимірюванні температури за допомогою термопар може досягати 15°C. Ці прилади мають обмежену стійкість до старіння та відносно низьку точність, яку неможливо значно покращити через калібрування. Для виготовлення термопар застосовуються дві основні технології: тонкошарова і товстошарова. При накладанні металевих шарів один на інший утворюється високоякісний тепловий контакт. Завдяки сучасним мікротехнологіям вдається виготовляти термопари з мінімальними розмірами. Це робить їх ідеальними для створення термостовпців, де використовується 50–100 компонентів, які потім застосовуються в безконтактних пірометрах.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ

3.1 Аналіз пристроїв для моніторингу температури в режимі реального часу

Пристрої для моніторингу температури в режимі реального часу дозволяють відстежувати зміни температурних показників об'єктів або середовища з високою точністю та оперативністю. Вони знаходять широке застосування в різних сферах, від промисловості до побуту.

Робота з температурними сенсорами вимагає дотримання суворого комплексу правил та рекомендацій, спрямованих на забезпечення безпеки персоналу та безперебійної роботи обладнання. Кожен етап роботи з датчиком, від його монтажу до періодичної перевірки, потребує ретельного дотримання наступних вимог:

Перед початком роботи необхідно детально ознайомитися з технічним паспортом сенсора. У ньому зазначені його основні характеристики, діапазон робочих температур, допустимі навантаження, способи підключення та інші важливі параметри.

При роботі з електричними схемами, до яких підключений сенсор, необхідно дотримуватися правил електробезпеки, використовувати захисні засоби (діелектричні рукавички, килимки) та працювати з відключеною напругою. При монтажі та демонтажі сенсора слід уникати різких рухів, щоб уникнути пошкодження датчика або обладнання. Також потрібно пам'ятати що при роботі з високотемпературними середовищами необхідно використовувати захисні засоби (термостійкі рукавички, окуляри) та дотримуватися правил пожежної безпеки.

Вкрай важливим є дотримання правил охорони праці. Робоче місце має бути добре освітлене, обладнане необхідними інструментами та приладами.

Робота з температурними сенсорами повинна здійснюватися в відповідності з розробленими інструкціями та технологічними регламентами.

З метою отримання рекомендацій з експлуатації сенсор необхідно регулярно калібрувати для забезпечення точності вимірювань. Періодично очищати датчик від забруднень, які можуть вплинути на його роботу. При виході з ладу сенсора його необхідно замінити на новий, відповідний за характеристиками.

Ігнорування цих вимог може призвести до наступних негативних наслідків:

- Механічні пошкодження, короткі замикання, перегрівання;
- похибки у вимірюванні температури можуть призвести до неправильної роботи обладнання або технологічного процесу;
- пошкодження сенсора може призвести до виходу з ладу всього обладнання, до якого він підключений;
- недотримання правил безпеки може призвести до отримання травм.

Робота з температурними сенсорами вимагає від персоналу певного рівня підготовки та знань. Це обумовлено специфікою роботи з електронікою, вимірювальним обладнанням та необхідністю забезпечення безпеки під час проведення робіт.

Персонал, який працює з температурними сенсорами, повинен мати профільну освіту або досвід роботи в галузі електротехніки, автоматизації чи приладобудування. Глибоке розуміння принципів роботи різних типів датчиків (термопари, терморезистори тощо), їхніх переваг та недоліків є обов'язковим. Здатність читати електричні схеми, в яких використовуються температурні сенсори, дозволить персоналу швидко орієнтуватися в роботі обладнання. Крім того, важливим є знання правил техніки безпеки при роботі з електричними установками та хімічними речовинами, якщо такі використовуються. Навички роботи з вимірювальним обладнанням, такими як

мультиметри та осцилографи, дозволять проводити діагностику та налаштування датчиків.

Чому так важлива кваліфікація персоналу? По-перше, це забезпечує безпеку під час роботи. Неправильні дії можуть призвести до ураження електричним струмом, опіків або пошкодження обладнання. По-друге, кваліфікований персонал гарантує точність вимірювань та надійну роботу системи. І, нарешті, знання дозволяють швидко виявляти та усувати несправності.

Для забезпечення необхідного рівня кваліфікації необхідно проводити регулярні навчання для персоналу, присвячені роботі з температурними сенсорами. Заохочення співробітників до отримання сертифікатів, що підтверджують їхню кваліфікацію, також є важливим аспектом. Періодичні інструктажі з техніки безпеки та особливостей роботи з конкретним обладнанням дозволять підтримувати знання персоналу на високому рівні.

Український ринок GPS-трекерів з температурними датчиками пропонує широкий вибір моделей від різних виробників, що дозволяє підібрати оптимальне рішення для будь-яких потреб. Серед найбільш популярних брендів можна виділити як вітчизняних, так і зарубіжних виробників.

Українські виробники традиційно орієнтуються на потреби українського ринку, пропонуючи пристрої, адаптовані до наших кліматичних умов та особливостей транспортної інфраструктури.

GPSavto - один з лідерів українського ринку GPS-моніторингу. Компанія пропонує широкий асортимент трекерів, включаючи моделі з температурними датчиками, які відрізняються високою якістю, надійністю та доступною ціною.

Мікро Тронік - українська компанія, що спеціалізується на розробці та виробництві індивідуальних рішень для моніторингу транспорту. Трекер з

температурним датчиком від Мікро Тронік можна налаштувати під конкретні потреби клієнта, забезпечивши максимальну ефективність моніторингу.

Іноземні виробники представлені на українському ринку широким спектром моделей з різними функціональними можливостями та ціновими категоріями.

Teltonika - литовський виробник, який завоював довіру клієнтів завдяки високій якості та надійності своїх пристроїв. Трекер з температурним датчиком від Teltonika відрізняється високою точністю вимірювань, широким діапазоном робочих температур та довгим терміном служби.

Consox - китайський виробник, який пропонує бюджетні рішення для GPS-моніторингу. Трекер з температурним датчиком від Consox - це доступний варіант для тих, хто шукає базовий функціонал за прийнятною ціною.

Quectel - китайський виробник, який спеціалізується на модулях GSM/GPRS/GPS. Хоча Quectel не виробляє готові GPS-трекери, їхні модулі широко використовуються багатьма виробниками, у тому числі і при виробництві трекерів з температурними датчиками.

Проаналізувавши ринок наявних GPS-трекерів та оцінивши такі критерії як точність, надійність та функціональність, ми зупинилися на виборі трекерів компанії Teltonika.

Teltonika – це визнаний лідер на ринку телематичних рішень, який пропонує широкий спектр високоякісних GPS-трекерів, спеціально розроблених для моніторингу транспорту. При виборі обладнання для контролю температури під час перевезення швидкопсувних продуктів, компанії все частіше віддають перевагу саме продукції Teltonika. І це не дивно, адже трекери Teltonika пропонують комплексне рішення, яке дозволяє не тільки відстежувати геолокацію транспортного засобу, але й контролювати широкий спектр параметрів, включаючи температуру та вологість всередині вантажного відсіку. Висока точність вимірювань, надійність та довговічність,

а також широкий функціонал роблять трекери Teltonika ідеальним вибором для компаній, що займаються транспортуванням продуктів, які потребують особливих умов зберігання. Крім того, гнучкі налаштування, просте використання та можливість інтеграції з іншими системами роблять трекери Teltonika універсальним інструментом для оптимізації логістичних процесів та підвищення якості обслуговування клієнтів. Вибираючи GPS-трекери Teltonika, компанії отримують надійне та ефективне рішення для моніторингу температури, що дозволяє гарантувати збереження якості вантажів та мінімізувати ризики втрат.

Після ретельного аналізу технічних характеристик та порівняння з іншими моделями на ринку, ми прийняли рішення на користь GPS-трекера Teltonika FMB130. Ця модель відзначилася високою точністю визначення координат, широким діапазоном робочих температур, надійністю та довговічністю. Крім того, наявність додаткових функцій, таких як підтримка кількох мереж GSM та можливість підключення зовнішніх датчиків, зробила цей трекер оптимальним вибором для наших задач.

Teltonika FMB130 - це потужний і багатофункціональний GPS-трекер, який забезпечує високий рівень автономності та надійності. Завдяки своїй конструкції з зовнішньою GNSS-антеною та внутрішньою GSM-антеною, а також наявності резервного акумулятора, пристрій гарантує стабільну роботу в будь-яких умовах.

Широкий спектр підтримуваних інтерфейсів, включаючи цифрові входи/виходи, 1-Wire та CAN, робить FMB130 універсальним рішенням для моніторингу різноманітних об'єктів. Інтеграція з цифровими датчиками рівня палива, навігаційними приладами та зчитувачами RFID дозволяє отримувати додаткову інформацію про роботу транспортного засобу.

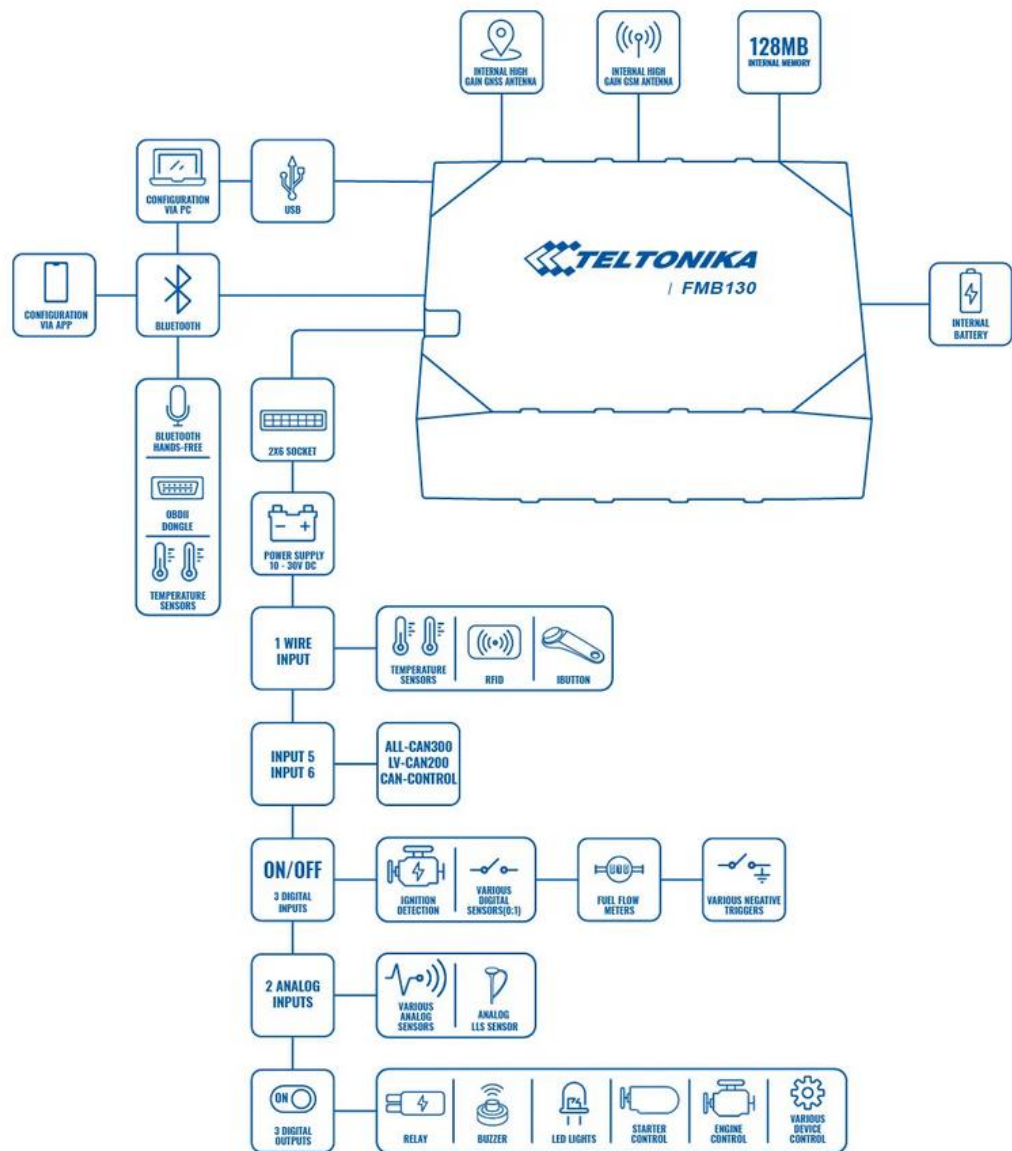


Рисунок 3.1 - Структурна схема GPS-трекера Teltonika FMB130 з підключенням периферійних пристроїв

FMB130 - це професійний GPS/ГЛОНАСС трекер компактного розміру, обладнаний як внутрішньою, так і зовнішньою антеною для посилення сигналу. Він призначений для комплексного збору даних про місцезнаходження об'єкта та передачі їх через стільникову мережу GSM на централізований сервер моніторингу. Даний трекер широко застосовується в різних сферах, таких як: каршеринг, таксі, управління автопарками, вантажні

перевезення, громадський транспорт, логістика та для відстеження легкових автомобілів.

FMB130 - це універсальний GPS-трекер, який, крім основної функції відстеження об'єкта, забезпечує додатковий контроль за різноманітними параметрами транспортного засобу. Він дозволяє моніторити роботу двигуна, рівень палива в баку, стан дверей та отримувати дані про температуру в режимі реального часу. Ці додаткові функції роблять FMB130 незамінним інструментом для комплексного управління автопарком та оптимізації логістичних процесів.

Ключові особливості:

- Завдяки двом SIM-картам FMB130 забезпечує безперервну передачу даних, навіть якщо одна з них тимчасово недоступна. Це дозволяє суттєво знизити витрати на роумінг та гарантує стабільне з'єднання в будь-якій точці світу.
- Підтримка Bluetooth 4.0 LE відкриває широкі можливості для підключення додаткових датчиків та пристроїв без використання проводів.
- Інтеграція з CAN-шиною дозволяє отримувати в режимі реального часу детальну інформацію про роботу транспортного засобу, незалежно від його марки та моделі. База підтримуваних автомобілів постійно розширюється і вже перевищує 1900 моделей.
- Широкі можливості підключення: Наявність портів RS232/RS485 дозволяє під'єднати до трекера різноманітне обладнання, таке як датчики рівня палива, RFID-зчитувачі та навігаційні пристрої Garmin. Це робить FMB130 універсальним рішенням для різних видів транспорту.
- Висока точність та швидкість: Завдяки високій чутливості GPS-приймача та швидкому часу захоплення супутників, трекер забезпечує точне відстеження маршруту в режимі реального часу.

- Компактні розміри та простий монтаж: Компактний корпус і зручний монтаж дозволяють легко інтегрувати трекер в будь-який транспортний засіб.
- Комплексний збір даних: FMB130 збирає велику кількість інформації про рух транспортного засобу, включаючи час, швидкість, пройдену відстань та інші параметри. Це дозволяє отримати повну картину експлуатації транспортного засобу.
- Швидка передача даних: Завдяки використанню сучасних протоколів передачі даних (TCP/IP та UDP/IP) інформація про місцезнаходження транспортного засобу передається в реальному часі.
- Оптимізація трафіку: Розумний алгоритм управління з'єднанням GPRS дозволяє мінімізувати витрати на передачу даних.
- Гнучка робота в роумінгу: Можливість вибору операторів роумінгу дозволяє оптимізувати витрати на зв'язок під час перебування в інших країнах.
- Блокування небажаних операторів: Функція "чорного списку" дозволяє уникнути підключення до ненадійних мереж.
- Оперативне сповіщення: Система автоматично фіксує моменти початку та завершення поїздки та надсилає повідомлення на ваш телефон.
- Геозони для контролю: За допомогою п'яти геозон різної форми ви можете контролювати пересування транспортного засобу та отримувати сповіщення про вихід за встановлені межі.

Завдяки використанню сучасних протоколів передачі даних (TCP/IP та UDP/IP), розумному алгоритму управління з'єднанням GPRS, можливості вибору операторів роумінгу, функції "чорного списку", автоматичному фіксуванню початку та завершення поїздок та наявності п'яти геозон різної форми, система забезпечує швидку передачу даних, оптимізацію витрат на зв'язок, гнучку роботу в роумінгу, захист від несанкціонованого використання та ефективний контроль за пересуванням транспортного засобу.

3.2 Аналіз технічних характеристик пристроїв відслідковування вантажів

Програмне забезпечення, яке використовується для роботи з GPS-трекером Teltonika FMB130, є невід'ємною частиною системи моніторингу транспортних засобів. Воно перетворює сирі дані, зібрані трекером, на корисну інформацію, яку можна використовувати для ефективного управління автопарком.

Програмне забезпечення постійно отримує дані від трекера про місцезнаходження транспортного засобу, його швидкість, напрямок руху, стан датчиків та інші параметри. Ці дані зберігаються в базі даних і можуть бути використані для подальшого аналізу.

За допомогою інтерактивних карт, графіків та таблиць можна наочно представити інформацію про рух транспортних засобів, проаналізувати маршрути, відстежити динаміку швидкості та витрати палива.

Можливість створення віртуальних геозон дозволяє контролювати пересування транспортних засобів у певних зонах. Система автоматично генерує сповіщення при виїзді за межі геозони, перевищенні швидкості, тривалій зупинці або інших подіях.

Програмне забезпечення формує різноманітні звіти за заданими параметрами, що дозволяє оцінити ефективність роботи транспорту, виявити неефективні маршрути та оптимізувати логістичні процеси.

Більшість програмних рішень дозволяють віддалено налаштовувати параметри трекерів, такі як інтервали передачі даних, налаштування вхідів/виходів та інші.

Сучасні програмні платформи для моніторингу транспортних засобів легко інтегруються з іншими системами, такими як системи обліку палива, бухгалтерські системи та системи управління персоналом.

Вибір програмного забезпечення:

При виборі програмного забезпечення для FMB130 необхідно врахувати наступні фактори:

GPS-трекер Teltonika FMB130 – це потужний інструмент для моніторингу транспортних засобів. Але щоб максимально використати його можливості, необхідне відповідне програмне забезпечення. Давайте розглянемо найпопулярніші платформи, які дозволяють ефективно працювати з даними, отриманими від FMB130.

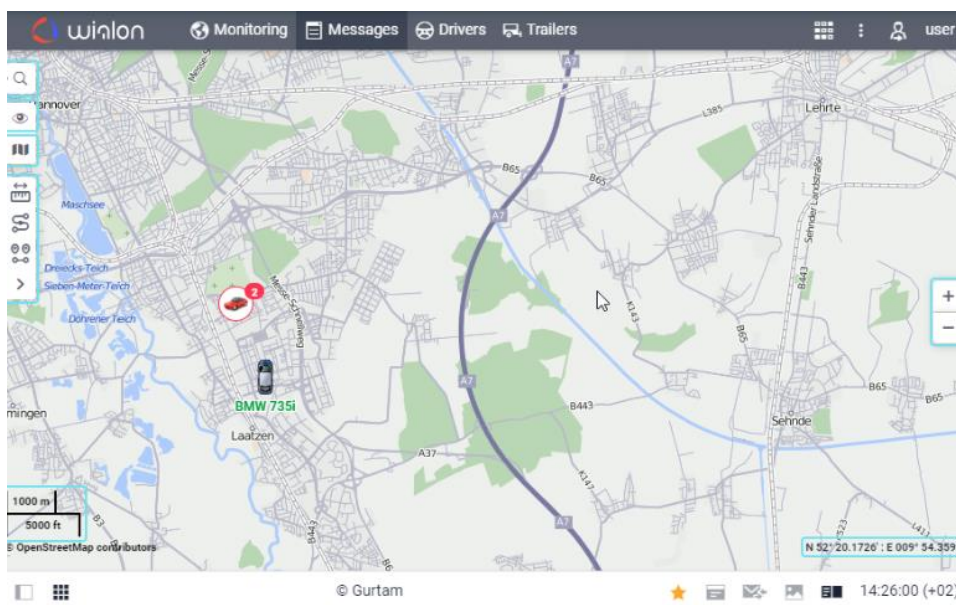
Щоб повною мірою використати можливості GPS-трекера Teltonika FMB130, необхідно обрати відповідне програмне забезпечення. Давайте детальніше розглянемо найпопулярніші програмні платформи, які дозволяють ефективно працювати з даними, отриманими від цього трекера.

Wialon - це одна з найпопулярніших і найфункціональніших платформ для моніторингу транспортних засобів на ринку. Ця система дозволяє збирати, обробляти та візуалізувати дані з великої кількості трекерів різних виробників, серед яких і Teltonika FMB130. Wialon пропонує широкий спектр функцій, таких як відстеження місцезнаходження транспортних засобів, контроль швидкості, побудова маршрутів, створення геозон та отримання сповіщень про різні події. Завдяки інтерактивним картам, графікам та таблицям, користувачі можуть легко аналізувати дані про рух транспорту, виявляти нестандартні ситуації та оптимізувати логістичні процеси.

Одна з ключових переваг Wialon - це її гнучкість. Система може бути налаштована під потреби будь-якого бізнесу, незалежно від його розміру та специфіки. Wialon підтримує широкий спектр протоколів зв'язку, що дозволяє підключати до платформи різноманітні трекери та датчики. Крім того, система має модульну структуру, що дозволяє додати додаткові функції та інтеграції з іншими системами.

Ще однією важливою перевагою Wialon є її масштабованість. Система може обробляти великі обсяги даних і підключати до неї тисячі транспортних засобів. Це робить її ідеальним рішенням для великих компаній з розгалуженою мережею філій.

Wialon також має зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс рис. 3.2., що дозволяє швидко освоїти систему навіть недосвідченим користувачам. Мобільні додатки для iOS та Android забезпечують доступ до інформації про транспортні засоби в будь-який час і з будь-якого місця.



3.2. Інтерфейс Wialon

Gurtam – це міжнародна компанія, яка спеціалізується на розробці програмного забезпечення для моніторингу транспортних засобів. Одним з їхніх флагманських продуктів є платформа Wialon. Ця платформа пропонує широкий спектр можливостей для ефективного контролю та управління автопарком вантажних автомобілів. Wialon дозволяє відстежувати місцезнаходження кожного транспортного засобу в реальному часі, контролювати маршрути, моніторити швидкість та стиль водіння, відстежувати рівень палива, управляти геозонами, моніторити стан транспортного засобу, генерувати різноманітні звіти та інтегруватися з іншими системами.

Traccar – це потужна, безкоштовна та відкрита платформа для GPS-моніторингу, яка дозволяє відстежувати різноманітні об'єкти в реальному часі. Відкритий код Traccar надає користувачам необмежені можливості для кастомізації та розробки власних рішень. Ця платформа підтримує велику кількість GPS-трекерів та протоколів, що робить її гнучкою та адаптованою до різних потреб.

Однією з головних переваг Traccar є його масштабованість. Це означає, що систему можна використовувати як для невеликих проектів з кількома об'єктами, так і для великих корпоративних рішень з тисячами пристроїв. Активна спільнота розробників та користувачів Traccar забезпечує постійний розвиток платформи, надає підтримку та ділиться досвідом.

Функціонал Traccar включає в себе відстеження в реальному часі, зберігання історичних даних, створення геозон, налаштування сповіщень, генерацію звітів та інтеграцію з іншими системами. Це дозволяє використовувати Traccar для широкого спектру завдань, таких як контроль автопарку, відстеження вантажів, моніторинг руху співробітників та багато іншого.

Основні характеристики трекера Teltonika FMB130

Характеристика	Опис
Загальні характеристики	
Тип	GPS-трекер
Стандарт зв'язку	2G
Діапазони частот	850/900/1800/1900 МГц
Передача даних	GPRS клас 12 (до 240 кбіт/с)
Підтримка даних	SMS (текст/дані)
Функціональні можливості	

Програмовані входи	2 (цифровий, аналоговий, негативний, імпульсний)
Виходи	-
Датчики	Підтримка зовнішніх датчиків (температура, рівень палива тощо)
Інтерфейси	-
Живлення	Від бортової мережі автомобіля
Батарея	Вбудована батарея для автономної роботи
Особливості	
Швидка фіксація позиції	Так
Трек високої якості	Так
Компактний розмір	Так
Стійкий до зовнішніх впливів	Так
Легкий монтаж	Так
Додаткові можливості	
Підтримка 1-wire	Так
Підтримка Bluetooth	Так
Підключення CAN адаптерів	Так
Застосування	
Автомобілі	Так
Автобуси	Так
Комерційний транспорт	Так
Спецтехніка	Так

3.3 Методика експериментального дослідження температурного датчика моніторингу температури

Сенсор оснащений терморезистором з негативним температурним коефіцієнтом опору. Це означає, що зі збільшенням температури охолоджувальної рідини опір терморезистора зменшується. При високій температурі (130°C) опір сенсора складає близько 70 Ом, а при низькій (-40°C) - близько 100700 Ом. Електронний блок керування подає на сенсор сталу напругу 5 В через баластний резистор. Вимірюючи напругу на сенсорі, контролер розраховує його опір, а за ним - температуру охолоджувальної рідини. При нагріванні двигуна падіння напруги на сенсорі зменшується, а при охолодженні - збільшується.

Для підключення сенсора до контролера використовується схема, представлена на рисунку 3. Дотримання цієї схеми є обов'язковою умовою для забезпечення правильного функціонування системи.

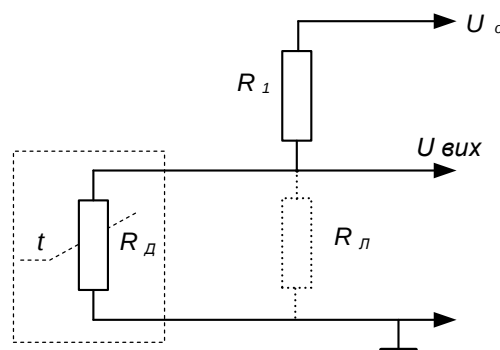


Рисунок 3 Схема підключення температурного сенсора

Для забезпечення безпечної роботи електричного кола струм через нього не повинен перевищувати 1 мА. Саме з цією метою підбирається оптимальне значення опору. Незважаючи на нелінійний характер залежності, її лінійність можна суттєво покращити шляхом паралельного підключення додаткового резистора R_L до сенсора. Підбираючи відповідний опір R_L , вдається досягти високого рівня лінійності в широкому температурному діапазоні.

З метою вивчення впливу температури на опір сенсора було проведено експеримент із використанням цифрового термометра DS18B20. Для забезпечення достовірності результатів, вимірювання проводилися тричі в діапазоні температур від 0 до 100°C. Отримані дані про опір сенсора дозволили розрахувати температурні коефіцієнти та побудувати калібрувальну криву. Для верифікації результатів було проведено моделювання температурної характеристики сенсора за допомогою потенціометра. Порівняння експериментальних та розрахункових даних (таблиця 3.2, рисунок 3.3) показало високу точність отриманих результатів.

Таблиця 3.2.

Значення опору датчика в залежності від температури

R_p , кОм	R_e , кОм	$T^{\circ}\text{C}$
9,14	8,94	0
6,96	6,81	5
5,41	5,30	10
4,18	4,09	15
3,31	3,24	20
2,63	2,58	25
2,10	2,05	30
1,32	1,29	40
1,11	1,09	45
0,92	0,90	50
0,62	0,61	60
0,43	0,42	70
0,31	0,30	80
0,21	0,20	90
0,17	0,17	100

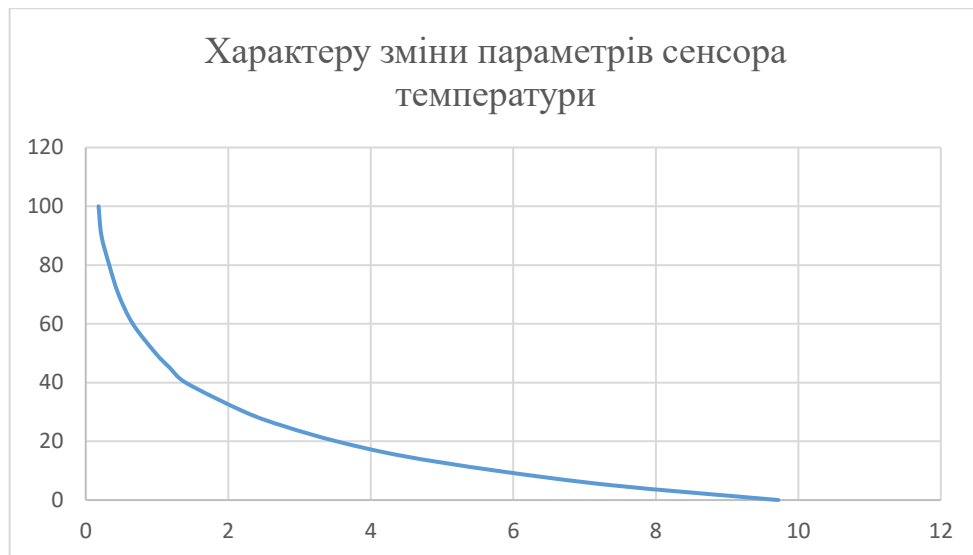


Рисунок 3.3 – Графік дослідження характеру зміни параметрів сенсора температури

На рисунку 3.3 представлена залежність опору температурного сенсора від температури в діапазоні від -40 до 120 градусів Цельсія. Для зручності візуального сприйняття графік побудовано в логарифмічних координатах, оскільки зміна опору сенсора при зміні температури має експоненціальний характер. Цей сенсор призначений для точного вимірювання температури рідин в широкому діапазоні і може бути використаний в системах охолодження.

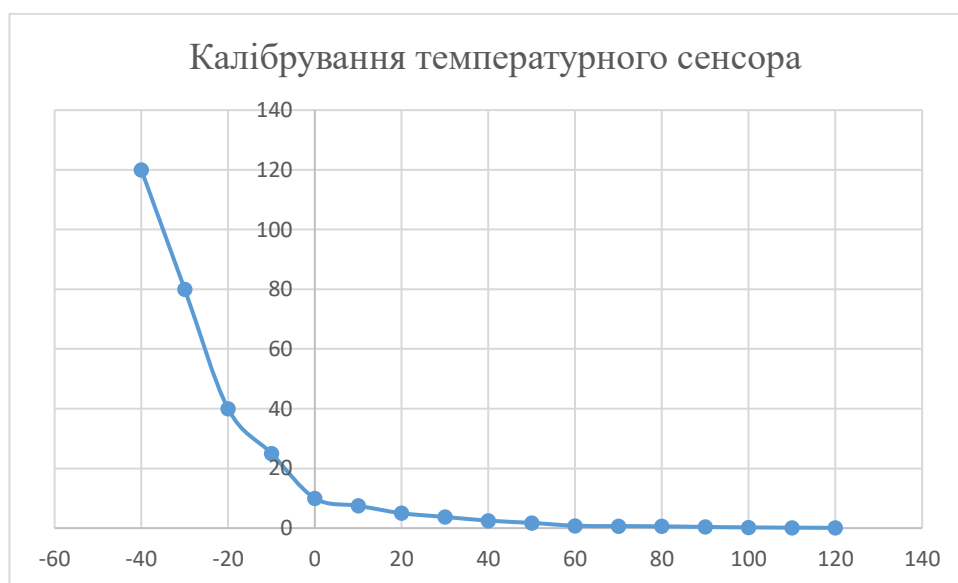


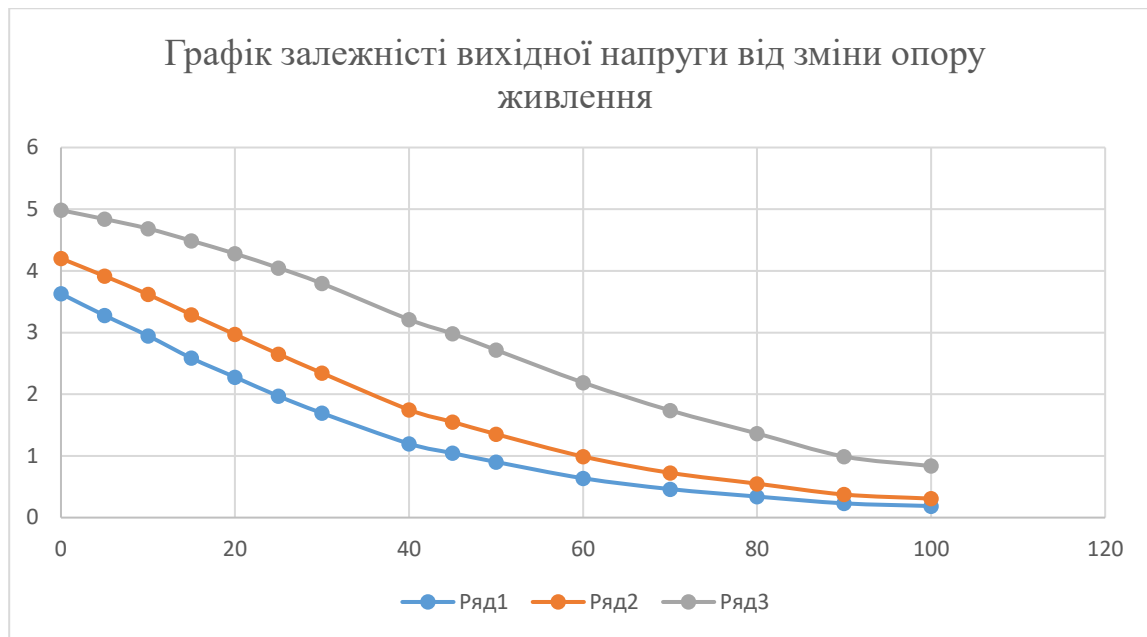
Рисунок 3.4 – Результати калібрування температурного сенсора

Якщо скласти схему з рис. 3.2 використавши при цьому різні значення опору по живленню, отримаємо наступну таблицю даних та ще один графік, який є зображений на рис 3.3. Усі характеристики вихідної напруги були виміряні із точними значеннями опорів: 1кОм, 3кОм та 5кОм.

Таблиця 3.3

Залежність вихідної напруги від зміни опору живлення

$U_{\text{вих}}, 5 \text{ кОм}$	$U_{\text{вих}}, 3 \text{ кОм}$	$U_{\text{вих}}, 1 \text{ кОм}$	$R_{\text{с}}, \text{кОм}$	$T^{\circ}\text{C}$
3,63	4,202	4,983	10,692	0
3,278	3,916	4,84	8,14	5
2,948	3,619	4,686	6,336	10
2,585	3,289	4,488	4,895	15
2,277	2,97	4,279	3,872	20
1,969	2,651	4,048	3,08	25
1,1	2,2	3,3	4,4	5
1,694	2,343	3,795	2,453	30
1,199	1,749	3,212	1,54	40
1,045	1,551	2,981	1,298	45
0,902	1,353	2,717	1,078	50
0,638	0,99	2,189	0,726	60
0,462	0,726	1,738	0,506	70
0,341	0,55	1,364	0,363	80
0,231	0,374	0,99	0,242	90
0,187	0,308	0,836	0,198	100



Рисю 3.5 – Графік залежності вихідної напруги від зміни опору живлення

Проведено експериментальне дослідження залежності вихідної напруги від значення опору лінеаризації в діапазоні від 1 кОм до 10 кОм. Отримані характеристики представлено на рисунку 3.6. Аналіз графіків дозволяє зробити висновок про ступінь лінійності та стабільності вихідного сигналу в заданому діапазоні значень опору лінеаризації.

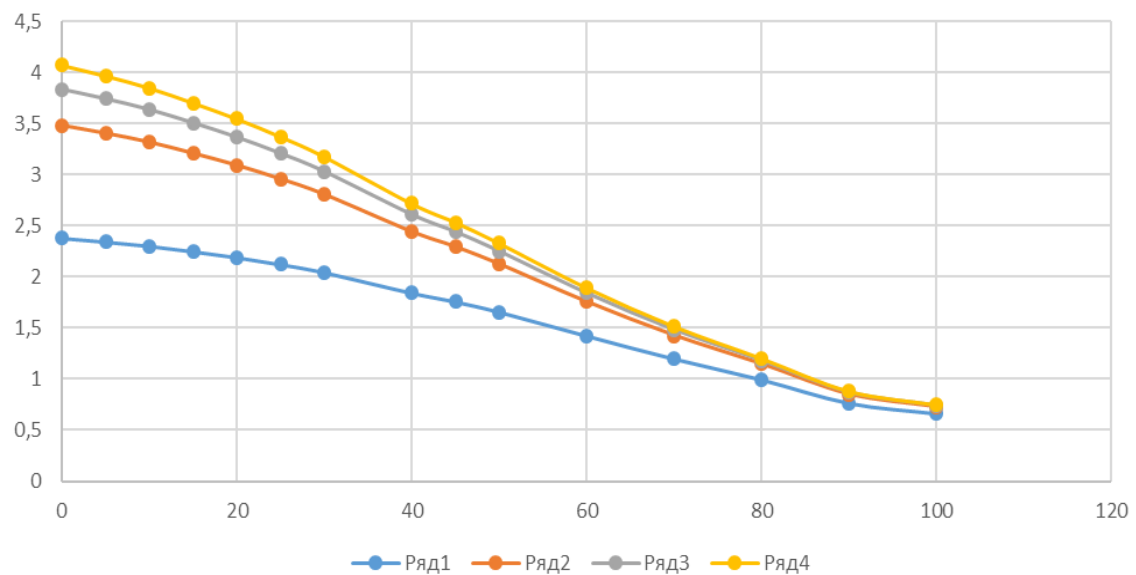


Рис. 3.6 Зміна вихідної напруги в залежності від температури та опору лінеаризації

Аналізуючи представлені графіки, можна зробити висновок, що найлінійнішу залежність вихідної напруги від температури було отримано при використанні комбінації опорів: 1 кОм для живлення та 3 кОм для лінеаризації. Саме ця конфігурація забезпечила найбільш плавну та передбачувану зміну вихідної напруги в заданому діапазоні температур.

Представлений температурний датчик є високоточним інструментом для моніторингу температурного режиму в рефрижераторах. Завдяки використанню сучасних технологій, він забезпечує швидке та надійне отримання даних. Датчик оснащений термопарою, яка дозволяє вимірювати температуру в широкому діапазоні від -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$ з високою точністю $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Компактні розміри та низьке енергоспоживання роблять його ідеальним рішенням для автономної роботи. Вбудований мікроконтролер забезпечує обробку даних та передачу їх на зовнішній пристрій за допомогою бездротового протоколу Bluetooth Low Energy. Це дозволяє легко інтегрувати датчик в існуючі системи моніторингу та управління.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Сучасна логістика харчових продуктів неможлива без застосування інноваційних технологій, таких як датчики температури та GPS-системи. Ці інструменти забезпечують точний контроль за температурним режимом під час транспортування, що є критично важливим для збереження якості та безпеки продуктів. Інтеграція датчиків з GPS-системами дозволяє відстежувати рух транспортних засобів у реальному часі та отримувати детальну інформацію про умови перевезення. Це не лише мінімізує ризики псування продуктів, але й підвищує прозорість логістичних процесів, що є особливо важливим для дотримання санітарних норм та вимог безпеки харчових продуктів. Подальший розвиток технологій відкриває нові можливості для оптимізації маршрутів, зниження витрат на транспортування та підвищення рівня сервісу для клієнтів.

У першому розділі дослідження було присвячено аналізу інтелектуальних систем моніторингу транспортних засобів з акцентом на можливості сучасних GPS-систем та датчиків температури. Зокрема, було детально розглянуто функціонал систем моніторингу місцезнаходження транспортних засобів в режимі реального часу. Крім того, було проведено аналіз можливостей сучасних GPS-систем, які дозволяють не лише відстежувати рух транспортних засобів, але й збирати додаткову інформацію про параметри руху, такі як швидкість, пройдений шлях та витрата палива. Особливу увагу було приділено ролі датчиків температури в системах моніторингу, які дозволяють контролювати температурний режим вантажів, що є критично важливим для збереження якості продуктів харчування та інших температурно-чутливих вантажів.

У другому розділі було проведено детальний аналіз роботи підприємства та дослідження конструкційних особливостей та принципів роботи контролерів температури. Мета дослідження полягала у визначенні

шляхів підвищення ефективності процесу перевезення вантажів. В результаті проведеного аналізу було виявлено, що оптимізація роботи контролерів температури, може значно покращити якість підтримання температурного режиму під час транспортування температурно-чутливих вантажів. Крім того, було розроблено рекомендації щодо вдосконалення конструкції контролерів, спрямовані на підвищення їх надійності та точності.

У третьому розділі було проведено детальний аналіз апаратних та програмних компонентів системи моніторингу температури. Зокрема, було досліджено різноманітні пристрої для вимірювання температури, їх технічні характеристики та принципи роботи. Окрему увагу було приділено аналізу програмного забезпечення, яке використовується для збору, обробки та візуалізації даних з датчиків. Крім того, було розроблено методику експериментального дослідження температурного датчика, що дозволило оцінити його точність та надійність в реальних умовах експлуатації. Результати дослідження показали, що сучасні системи моніторингу температури забезпечують високу точність вимірювань та широкий функціонал, що дозволяє ефективно контролювати температурний режим вантажів під час транспортування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. Київ: Каравела, 2009. 368 с.
2. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2012. 118 с.
3. Біліченко В.В. Показники конкурентної ситуації автотранспортних підприємств при розробці проектів технічного розвитку виробництва: стаття. Луганськ: Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, 2007. – № 6(112). 56-59с.
4. Васильков В. Г. Організація виробництва: навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2013. 524 с.
5. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика : навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2006. 176 с.
6. Гладков Г.А. Ефективність використання трудових ресурсів // Управління персоналом. 2004. Вип. 11. С. 45 - 52.
7. Гриньов А. В. Організація та управління на підприємстві: монографія. Харків: ІНЖЕК, 2011р. 329 с.
8. Дзядикевич Ю.В. Використання боридних та силіцидних покриттів у пожежних машинах: технологічний аспект / Ю.В. Дзядикевич, О.П. Захарчук, П.В. Попович, Р.І. Розум, М.В. Буряк, В.В. Шевчук //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2023. - Вип.7(38), ч. II. - С. 151-159.
9. Дзядикевич Ю.В. Захист елементів двигуна автомобіля від окислення: технологічний аспект / Ю.В. Дзядикевич, проф., О.Б. Сван, О.П. Захарчук, П.В. Попович, Р.І. Розум, М.В. Буряк //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2023. - Вип.7(38), ч. II. - С. 120-127.
10. Захарчук О.П. Оцінка довговічності металоконструкцій автотранспортних засобів / М. В. Буряк, Р. І. Розум, П. Б. Прогній, П. В.

Попович, О. С. Шевчук // Вісник машинобудування та транспорту. Зб. наук. Ст (15). - Луцьк, 2022.- С. 11-16.

11. Захарчук О.П., Розум Р.І., Буряк М.В., Фалович Н.М., Чорна О.В. Оцінка економічної ефективності удосконалення трансмісії пасажирських автобусів типу Van Hool асron 915 та NEOPLAN N316/ 3 U1 Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей: матеріали VII міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Луцьк, 14-16 черв. 2022 р.). Луцьк, 2022. С.172-174.

12. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3кн. Кн.1.

13. Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В.Є.Канарчук, О.А.Лудченко, А.Д.Чигринець. - К.: Вища шк., 1994.-342с; Кн.2.

14. Організація, планування і управління: Підручник/В.Є.Канарчук, О.А.Лудченко, А.Д.Чигринець.-К.: Вища шк., 1994.-383с.

15. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті: Підручник.-К.: Вища шк., 1997.- 359с.

16. Курніков І.П., Корольов М.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту. Навч.посібник.-К.: Вища шк., 1993. - 191с.

17. Мисак Т. В. Експлуатаційна надійність колісних транспортних засобів / Т. В. Мисак, П. Б. Прогній, М. В. Буряк // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики“, 29-30 вересня 2022 року. – Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. – С. 152.

18. Пат. 151462 У Україна, МПК (2006) G01H 17/00, F02B 1/00. Спосіб діагностики автомобільних двигунів / Р. І. Розум, П. В. Попович, М. В. Буряк, В. Я. Брич, О. С. Шевчук, О. П. Захарчук, О. В. Чорна, Н. М. Фалович (Україна); заявник та патентовласник Р. І. Розум, П. В. Попович, М. В. Буряк,

В. Я. Брич, О. С. Шевчук, О. П. Захарчук, О. В. Чорна, Н. М. Фалович. – № u202200406; заявл. 01.02.2022; опубл. 27.07.2022, бюл. № 30.

19. Попович П.В., Шевчук О. С., Дзядикевич Ю.В., Захарчук О.П., Прогній П.Б., Маяк М.М., та ін. Пошукове конструювання колісних транспортних засобів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - ЛНТУ. Луцьк, 2021. С.54-65.

20. Попович П.В., Розум Р.І., Буряк М.В., Березька К.М. та ін. Дослідження безпеки дорожнього руху у м. Тернополі. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2023. - Вип.7(38), ч. II. - С. 250-256.

21. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті Зб. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.

22. Розум Р.І. Інновації та їх вплив на розвиток автомобільних двигунів // Сучасний маркетинг: візія, технології, інновації / В.А. Фалович [та ін.] ; за ред. д.е.н, проф. В.А. Фаловича. – Тернопіль: ФОП Шпак В.Б., 2023. – С. 314-338 (497 с.).

23. Татарин Альбіна, Розум Руслан. Методи відновлення блоків циліндрів двигуна автомобіля. Інноваційний розвиток освіти, науки, бізнесу, суспільства та довкілля в умовах воєнного стану: матеріали VII Національної науково-практичної конференції студентів і молодих вчених [Тернопіль, 20 травня 2022 р.]. Тернопіль: Вектор, 2022. С.62-63.

24. Grevtsev O., Selivanova N., Popovych P, Poberezhny L., et al. Simulation of thermomechanical processes in disc brakes of wheeled vehicle. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering.

25. Grevtsev O., Selivanova N., Popovych P., Shevchuk O. Poberezhny, L., et al. Calculation of the Vehicles Stress-Deformed State while Transporting the Liquid Cargo. Communications-Scientific letters of the University of Zilina, 23(1).