

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розробка та дослідження автоматизованої системи GPS
позиціонування (комплексна тема)

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи КАМ-61
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Градовий П.С.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Поліник Н.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дмитрів О.Р.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Козбур В.Р.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Савків В.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Стухляк П.Д.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

АНОТАЦІЯ

У даній роботі розглядається широкий спектр застосувань GPS-технологій, зокрема в автоматизованих системах трекінгу автопарку, навігаційних системах, а також у наукових та технологічних дослідженнях. Перший розділ аналізує різноманітні автоматизовані системи GPS-відстеження, такі як Verizon Connect, Samsara, Teletrac Navman, Azuga, Spireon і RAM Tracing, оцінюючи їхні функціональні можливості та ефективність у управлінні автопарками. Наступний розділ присвячено алгоритмам підвищення точності позиціонування, включаючи аналіз методів корекції іоносфери та використання SBAS у GPS-орієнтації.

У технологічній частині роботи детально досліджуються GPS-трекери, структуру навігаційних систем, а також їхні області застосування. Останні розділи пропонують аналіз сучасних модулів позиціонування, таких як ATGM336H-5N і NEO-7, їхніх технічних характеристик, функціональних можливостей та умов експлуатації. Додатково, робота охоплює аспекти охорони праці для інженерів-операторів і заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях, підкреслюючи важливість GPS у забезпеченні безпеки та ефективності в різних сферах діяльності.

ABSTRACT

This work explores a broad range of applications of GPS technologies, including automated fleet tracking systems, navigation systems, as well as scientific and technological research. The first section analyzes various automated GPS tracking systems, such as Verizon Connect, Samsara, Teletrac Navman, Azuga, Spireon, and RAM Tracing, evaluating their functional capabilities and effectiveness in fleet management. The next section is dedicated to algorithms for improving positioning accuracy, including an analysis of ionospheric correction methods and the use of SBAS in GPS orientation.

In the technological part of the work, GPS trackers, the structure of navigation systems, and their areas of application are studied in detail. The final sections offer an analysis of modern positioning modules, such as ATGM336H-5N and NEO-7, focusing on their technical specifications, functional capabilities, and operating conditions. Additionally, the work covers occupational safety aspects for engineer-operators and safety measures in emergency situations, emphasizing the importance of GPS in ensuring safety and efficiency across various fields of activity.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ABSTRACT	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	11
1.1 Огляд автоматизованих систем GPS трекінгу.....	11
1.2 Verizon Connect – автоматизована система GPS-відстеження автопарку.....	14
1.3 Samsara, –автоматизована система GPS-відстеження автопарку з функціями просунутої навігації.....	19
1.4 Teletrac Navman TN360, оптимізований для управління персоналом	24
1.5 Автоматизована система GPS-відстеження автопаркуAzuga для створення ефективних маршрутів	29
1.6 Автоматизована система GPS-відстеження автопарку Spireon.....	33
1.7 RAM Tracing – найдоступніша система відстеження GPS/	38
1.8 Автоматизована система GPS-відстеження Quartix.	42
1.9 Аналіз функціональних можливостей програмного забезпечення автоматизованих систем GPS-відстеження.	47
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	51
Алгоритми для підвищення точності позиціонування з використанням GPS/EGNOS+GPS/ SDCM	51
2.1 Аналіз методів підвищення точності позиціонування GPS.....	52
2.2 Корекція іоносфери SBAS у GPS позиціонуванні РО.....	56
2.3 Методи підвищення точності GPS та GNSS	57
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	63
3.1 Використання GPS-трекерів.....	63
3.2 Навігаційні системи, структура системи GPS, сфери застосування.....	64

3.3 Складові навігаційної системи GPS	67
3.4 Області застосування навігаційних систем	69
4 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	74
4.1 BDS/GNSS Повний модуль позиціонування та навігації серії ATGM336H-5N	74
4.1.1 Опис функцій ATGM336H-5N.....	74
4.1.2 Показники ефективності.....	75
4.1.3 Функціональна схема модуля	76
4.1.4 Застосування продукту	76
4.1.5 Допоміжний GNSS (Допоміжний GNSS, AGNSS).....	76
4.1.6 Вихідний протокол.....	77
4.1.7 Flash	77
4.1.8 Функція он-лайн оновлення	77
4.1.9 Антена	77
4.1.10 Інструмент хост-комп'ютера	78
4.1.11 Технічний опис	78
4.1.12 Технічні характеристики	82
4.1.13 Схема застосування модуля	83
4.1.14 Електростатичний захист.	86
4.1.15 Загальна комплектність моделей.....	87
4.2 NEO-7, u-blox 7 GNSS модуль	88
4.2.1 Загальні характеристики.....	88
4.2.2 Функціональний опис	89
4.2.3 Продуктивність GNSS, GPS.....	90
4.2.4 Продуктивність ГЛОНАСС	91
4.2.5 Блок-схема	93
4.2.6 Мережі позиціонування і підтримки.....	93
4.2.7 Таймпульс	97

4.2.8 Протоколи та інтерфейси	98
4.2.9 Режими роботи	100
4.2.10 Антена	101
4.2.11 Визначення PIN-виводів.....	102
4.2.12 Управління конфігурацією.....	103
4.2.13 Вибір інтерфейсу (D_SEL).....	104
4.2.14 Електричні характеристики.....	104
4.2.15 Абсолютні, максимальні рейтинги експлуатації	105
4.2.16 Умови експлуатації	106
4.2.17 Часові діаграми SPI.....	107
4.2.18 Механічні характеристики	109
4.2.19 Налаштування за замовчуванням	110
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	111
5.1 Огляд EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service).....	111
5.12 Результати коригування точності вимірювання GPS, EGNOS, SDCM.....	113
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	127
6.1 Визначення оптимальних умов праці інженера-оператора.	127
6.2 Розрахунок освітленості робочого місця.....	131
7 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	135
7.1 Основні вражаючі фактори ядерних вибухів, їхні параметри і наслідки впливу на людей	135
7.2 Методи захисту та безпека підприємств промисловості, відновлення інженерно-технічного комплексу цеху (заводу).....	138
7.3 Висновки розділу	139
ВИСНОВОК.....	142
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	145

ВСТУП

GPS-навігація використовує супутникові технології для визначення місцезнаходження об'єктів та надання маршрутів до місць призначення. Вона доступна через різноманітне програмне забезпечення та відповідні технічні засоби на смартфонах, таких як iPhone та Android, а також через спеціалізовані пристрої, такі як автомобільні навігатори, наприклад, Xgody GPS. Важливо зазначити, що багато з цих програм працюють в офлайн-режимі, що дозволяє використовувати навігацію без доступу до інтернету.

Офлайн GPS-навігація дозволяє користувачам отримувати маршрути та навігаційні дані без необхідності підключення до інтернету. Це досягається шляхом завантаження карт і навігаційних даних на пристрій заздалегідь. Ось кілька основних моментів про офлайн навігацію:

Картографічні дані: Користувачі можуть завантажувати карти певних регіонів або країн, що дозволяє отримувати маршрутні вказівки без з'єднання з інтернетом.

Функціональність: Багато офлайн-додатків надають такі функції, як голосова навігація, пошук точок інтересу (POI) і навіть інформацію про дорожні умови.

Переваги: Офлайн навігація особливо корисна в умовах обмеженого або відсутнього покриття мобільного зв'язку, таких як сільська місцевість, під час подорожей за кордон без роумінгу, або коли користувач хоче заощадити мобільний трафік.

Навігація передбачає моніторинг і керування рухом судна чи транспортного засобу з одного місця в інше. Фіксація місця розташування - це розділ навігації, який займається визначенням положення РО, людини або корабля на поверхні Землі. Багато технологій визначення положення включають обробку радіосигналів.

Існують космічні навігаційні системи та наземні навігаційні системи.

Прикладом першого є система глобального позиціонування (GPS). Прикладом наземної системи є визначення положення мобільного телефону шляхом аналізу радіосигналів між (декількома) радіовежами мережі та телефоном.

GPS-приймач – це пристрій, який зберігає карту та приймає сигнали від ряду супутників, що дозволяє приймачу визначати своє місцезнаходження. Це часто робиться майже в реальному часі.

Невизначеності в позиціонуванні GPS виникають при математичних обчисленнях, які виконує GPS-приймач, та надає дані про позицію очікуваного розташування, котре точно збігається з фактичним розташуванням. Неточності в оцінці місця розташування можуть мати серйозні наслідки. Приймач GPS обчислює своє положення, але розраховане положення є лише наближенням до справжнього положення.

Слід оцінити фактори, які спричиняють труднощі в обчисленні наближеного справжнього положення, та забезпечити відповідне опрацювання розрахованих даних, з метою зменшення помилок у кінцевому результаті визначення позиції.

GPS-позиціонування не є простою задачею. Щоб знати відстань від супутника до приймача, потрібно точно знати, де супутник перебував, коли посилав свій сигнал. Ця позиційна інформація включається в сигнал, який надходить від супутників. Крім того, швидкість проходження сигналу не зовсім дорівнює швидкості світла (хоча дуже близька), оскільки існують різні фактори, які можуть спричинити затримки, наприклад атмосферні умови. Існує також проблема багатопроменевого поширення (сигнали, що відбиваються від землі або будівель), зниження точності (поганий розподіл супутників у небі) та інші потенційні джерела помилок.

Автомобільні навігаційні системи призначені для визначення маршрутів автомобільної техніки. Вони можуть бути вбудовані в автомобілі

або використовуватися як зовнішні пристрої. Багато нових моделей пропонують безкоштовну інформацію про трафік, безстрокові оновлення карт і можливість локального пошуку, що дозволяє їм конкурувати з мобільними навігаційними додатками.

Існує різниця між GPS системами позиціювання та навігаційними системами. У системі відстеження, як і в навігаційній системі, GPS визначає місцезнаходження транспортного засобу або будь-чого за допомогою приймача GPS. Але на відміну від навігаційної системи, інформація про місцезнаходження надходить тому, хто хоче контролювати об'єкт за допомогою GPS-приймача.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд автоматизованих систем GPS трекінгу.

Згідно з останніми дослідженнями, найкращими автоматизованими системами, з відповідним технічним та програмним забезпеченням, для GPS-відстеження є продукти, котрі забезпечують додатковий функціонал для подібних систем. До такого функціоналу належать, – можливості відстеження транспортних засобів та прокладання оптимальних маршрутів, розширені функції керування витратами палива, моніторинг технічного стану, управління персоналом. Ці додаткові можливості забезпечують конкурентність автоматизованих систем GPS трекінгу, оптимізують фінансові витрати пов'язані з експлуатацією автопарку.

Більшість провідних компаній з управління автопарком пропонують послуги, включно з професійною системою відстеження GPS, яка точно відстежує та оптимізує маршрути, покращує паливну ефективність і сприяє безпечній їзді. Це, відповідно, підвищує ефективність, зменшити витрати та навіть подовжити життєвий цикл автопарку.

Але те, який варіант найкраще відповідає потребам і бюджету, залежить від особливостей підприємства на якому запроваджується система. Нижче у роботі проведено детальний аналіз найкращих систем GPS відстеження.

Загальні характеристики сучасних автоматизованих систем GPS відстеження приведені в таблиці 1.1–1.2, де вказані особливості їх функціоналу.

Таблиця 1.1 – Системи GPS трекінгу

		 samsara	
Професійний постачальник	Найкраща в цілому система відстеження GPS	Найкраще підходить для керування транспортними засобами	Найкраще підходить для керування персоналом
Стартова ціна 30 доларів на місяць	Стартова ціна 23,50 доларів на місяць	Стартова ціна 27 доларів на місяць	Стартова ціна 25 доларів на місяць
Час оновлення 1-60 секунд	Час оновлення 30 секунд	Час оновлення 30 секунд – 1 хвилина	Час оновлення Оновлення в реальному часі
Сповіщення: Інформаційна панель/додаток Fleet Dashboard від Motive дозволяє адміністраторам створювати сповіщення та сповіщення електронною поштою та керувати ними як для менеджерів автопарків, так і для зовнішніх одержувачів.	Сповіщення: Діяльність Діагностичний Години водіння Геозонування Жорстке водіння Холостий хід Запалювання Пізній старт Тривала зупинка Перевищення швидкості Порушення електропостачання	Сповіщення: Сповіщення в режимі реального часу на основі AI Сповіщення через SMS та електронну пошту, включаючи оповіщення про температуру та контроль Холостий хід автомобіля Геозони для водіїв	Сповіщення: Небезпечна поведінка за кермом Майбутнє/прострочене обслуговування Поведінка драйвера в «активних сайтах»/геозоні Холостий хід Викрадені транспортні засоби

Таблиця 1.2 – Системи GPS трекінгу

			
Найкраще для ефективних маршрутів	Найкраще для швидкого оновлення	Найкраще за доступністю	Найкраще для парків автомобілів
Стартова ціна \$25 - \$35 на місяць	Стартова ціна На основі запитів	Стартова ціна На замовлення	Стартова ціна 14,90 доларів на місяць
Час оновлення 30 секунд	Час оновлення 15-60 секунд	Час оновлення 30 секунд	Час оновлення 15-60 секунд
Сповіщення: Сповіщення про небезпечне водіння в реальному часі Сповіщення про технічне обслуговування автомобіля Єдиний постачальник, який надає сповіщення про ремінь безпеки Холостий хід і включення/виключення запалювання	Сповіщення: Поведінка водія Повідомлення про технічне обслуговування	Сповіщення: Запалювання включено Перше запалювання за день Втрачено зовнішнє живлення Коли транспортний засіб виїжджає або в'їжджає в зону стягнення плати Холостий хід Удар транспортного засобу	Сповіщення: Холостий хід автомобіля Геозонування Запалювання автомобіля в неробочий час

1.2 Verizon Connect – автоматизована система GPS-відстеження автопарку



Verizon Connect Reveal 4.7

Сильні сторони:

- Швидка частота оновлення даних (30 секунд);
- Сучасний зручний інтерфейс, у якому легко орієнтуватися;
- Автоматична оптимізація маршруту, широкі звіти та аналітика;
- Розширені інструменти керування водіями та персоналом, такі як планування та моніторинг продуктивності.

Слабкі сторони

- Індивідуальна структура ціноутворення може коштувати дорого;
- Довга тривалість контракту (3 роки стандартно);
- Додаткові функції можуть підняти ціну;

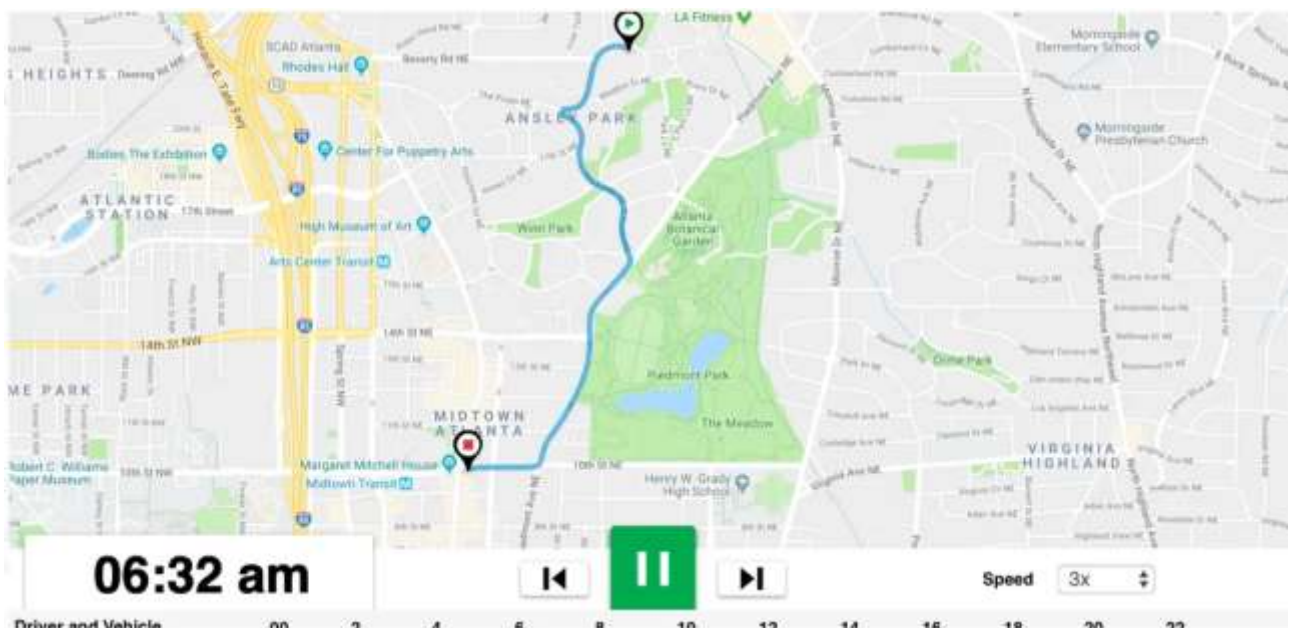
Типова ціна 45 доларів США За автомобіль, за місяць.

Головні особливості:

- 30-секундний час оновлення;
- Щоденні звіти для кожного водія або автомобіля;
- Сповіщення в режимі реального часу (перевищення швидкості, жорстке водіння, холостий хід, тривала зупинка, аварія...);
- Геозонування;
- Програми для смартфонів;
- ІІІ відео реєстраторис;
- Сумісність з DVIR і ELD;
- Управління паливом;
- Інтеграція паливних карток.

Verizon Connect має найкращі функції відстеження та керування водіями та персоналом з усіх продуктів, які ми досліджували. Зокрема, він

Відображаються типи транспортних засобів безпосередньо на карті.



Відтворює поїздки та маршрути, забезпечує фіксацію, перегляд інцидентів, які сталися в дорозі.

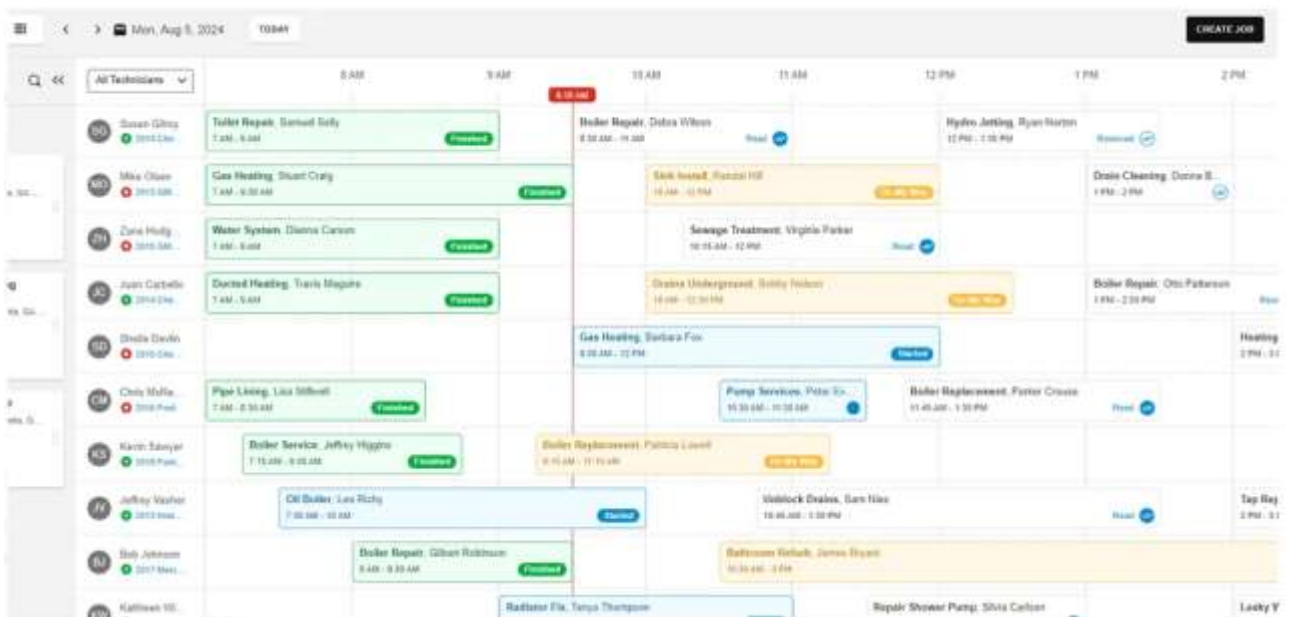


Рисунок 1.3 – Вибір і скасування вибору водіїв та персоналу для завдань за допомогою календаря планування Verizon.

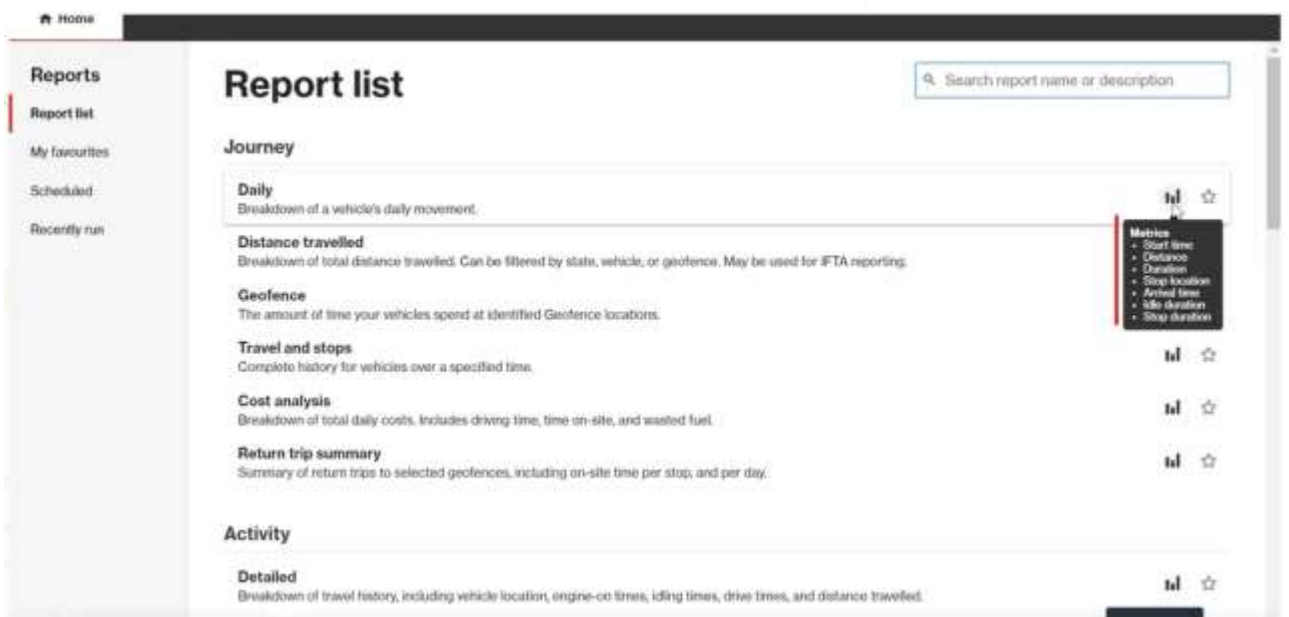


Рисунок 1.4 – Щоденний звіт для конкретних водіїв.

Щоденний звіт для конкретних водіїв, який включає журнал часу зупинок, часу простою, пройденої відстані тощо. Це може допомогти визначити ваших найкращих виконавців і краще спланувати майбутні графіки.



Рисунок 1.5 – Перегляд інформаційних панелей показників автопарку.

Перегляд інформаційних панелей показників автопарку може полегшити розуміння ефективності та неефективності комерційної діяльності підприємства.

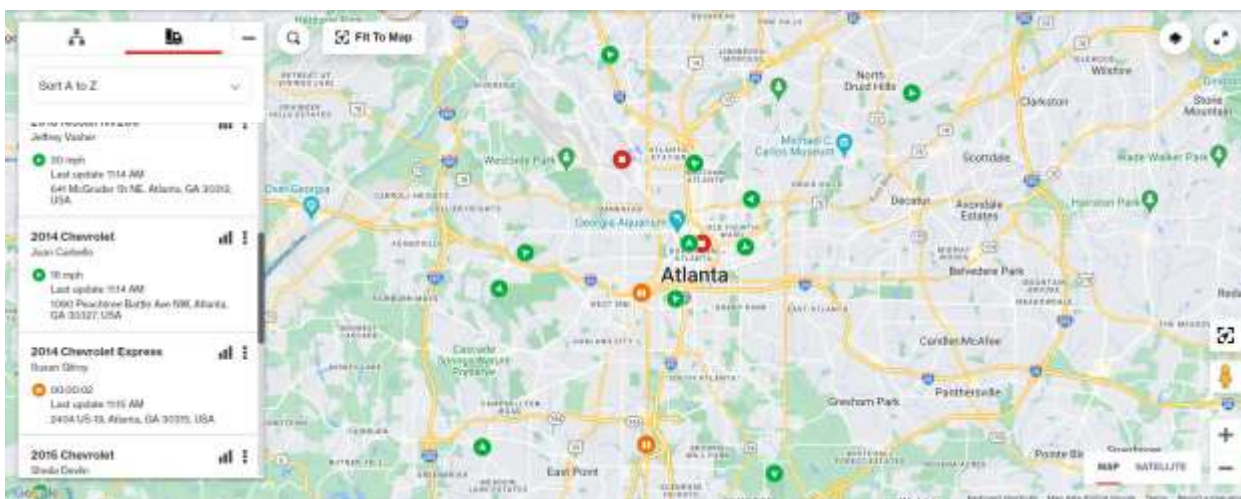


Рисунок 1.6 – Сторінкова архітектура веб-програми Verizon Connect Reveal.

Сторінкова архітектура веб-програми Verizon Connect Reveal проста для розуміння та має привабливий зовнішній вигляд.

Функція «Звіти» пропонує детальну інформацію про автопарк, таку як швидкість і виконані роботи.

Ця інформація дозволяє приймати більш оптимальні рішення щодо майбутнього розкладу, планування маршруту та використання палива.



Рисунок 1.7 – Функція «Звіти» Verizon Connect Reveal.

Reveal+, яка тут представлена, є версією Verizon Connect Reveal, розроблена для великих автопарків, хоча її інформаційні панелі можна використовувати у звичайній версії Reveal.

Verizon також інтегрується з іншими системами, такими як супутникова навігація Garmin. Це робить GPS-трекер Verizon Connect кращим вибором, ніж Samsara, який не з'єднується з іншими супутниковими навігаторами.

Практичне тестування виявило, що оперативна карта дозволяє мати повну інформацію про активних водіїв та персонал. Кольорові піктограми, що є над кожним транспортним засобом, вказують на поточний статус кожного водія – активний, холостий або зупинений. Тоді як «Перегляд вулиць» забезпечує візуалізацію місцезнаходження кожного водія.

Карта автоматично збільшує місцезнаходження транспортного засобу, коли натискаєте на його піктограмі. Однак, зображення карти досить легко масштабується до повного перегляду карти.

Вбудований «Планувальник» Verizon надзвичайно інтуїтивно зрозумілий у використанні. На лівій бічній панелі є повний список усіх співробітників, а на повний екран відображається розклад завдань із розумним використанням кольорового кодування для уточнення статусу роботи.

Вкладка «Очікує на розгляд» збирає всі запити на завдання в одному місці, тож жодна задача не залишається без розгляду.

Verizon Connect — це хороший варіант для малих і середніх автопарків, яким потрібен доступ до широкого спектру функцій керування автопарком.

Гнучка структура ціноутворення означає, що його вартість залежить від розміру автопарку та його функцій, що робить використання системи легко масштабованим. Це може позбавити від необхідності змінювати постачальників у міру зростання.

При використанні Verizon Connect з вбудованим відеобладнанням можна щотижня отримувати оцінку безпеки водіїв та персоналу на вкладці «DRIVERS» у розділі відео. Оцінка базується на аналізі ризику водіння, частоті ризикованої поведінки та класифікації подій.

1.3 Samsara, –автоматизована система GPS-відстеження автопарку з функціями просунутої навігації.



Samsara

Сильні сторони

- Використовує ШІ для підвищення ефективності диспетчеризації
- Чудові засоби керування водіями та персоналом
- Оновлення даних від 30 секунд до однієї хвилини

- Цілодобова підтримка клієнтів

Слабкі сторони

- Контракт мінімум на 3 роки
- Не дуже інтуїтивно зрозуміла система
- Висока стартова ціна

Ліцензія на програмне забезпечення GPS – \$27-\$33/місяць (контракт на 3 роки), обладнання \$99-\$148/машина



Рисунок 1.8 – Приладова панель Samsara

На приладовій панелі Samsara можна побачити записи інцидентів із жорстоким водінням. Ось один із прикладів потенційного зіткнення.

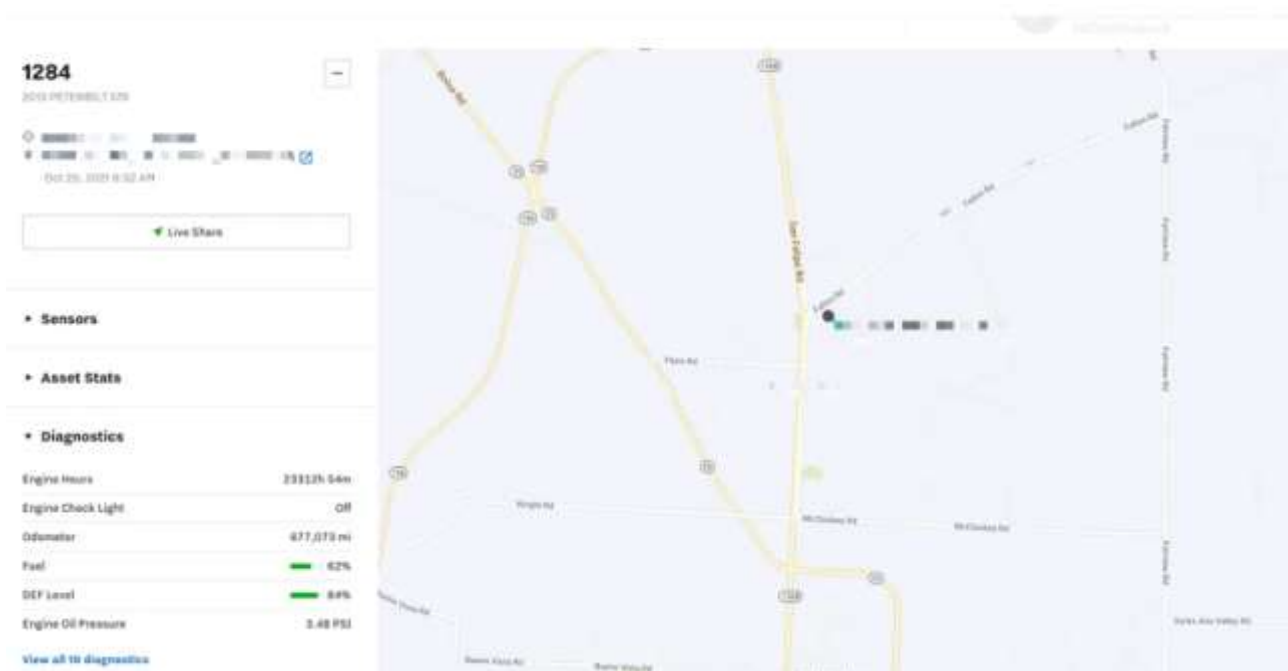


Рисунок 1.11 – Інструмент діагностики автомобіля Samsara.

Інструмент діагностики автомобіля Samsara надає перелік статистичних даних про справність двигуна конкретного автомобіля.

Головні особливості:

- Час оновлення 30-60 секунд;
- Звіти за темами (діяльність автопарку, поведінка водія, маршрути...);
- Сповіщення в режимі реального часу на основі штучного інтелекту (перевищення швидкості, жорстке водіння, порушення геозони, холостий хід, аварія...);
- Оптимізація маршруту з ІІІ;
- Управління паливом;
- Діагностика автомобіля та планування технічного обслуговування;
- Сумісність з DVIR і ELD.

Коли мова заходить про відстеження транспортних засобів, набір розумних функцій Samsara є надзвичайно корисним для прийняття важливих рішень щодо управління бізнесом.

Наприклад, Samsara використовує AI Route Analytics для покращення маршрутів руху та найкращого і оптимального використання ресурсів

автомобіля. Це робиться завдяки тому, що проводяться обчислення, яка послідовність робіт має найкоротшу відстань, оцінюючи час зупинки та відправлення на основі попередніх даних, а потім автоматично будується оптимальний маршрут.

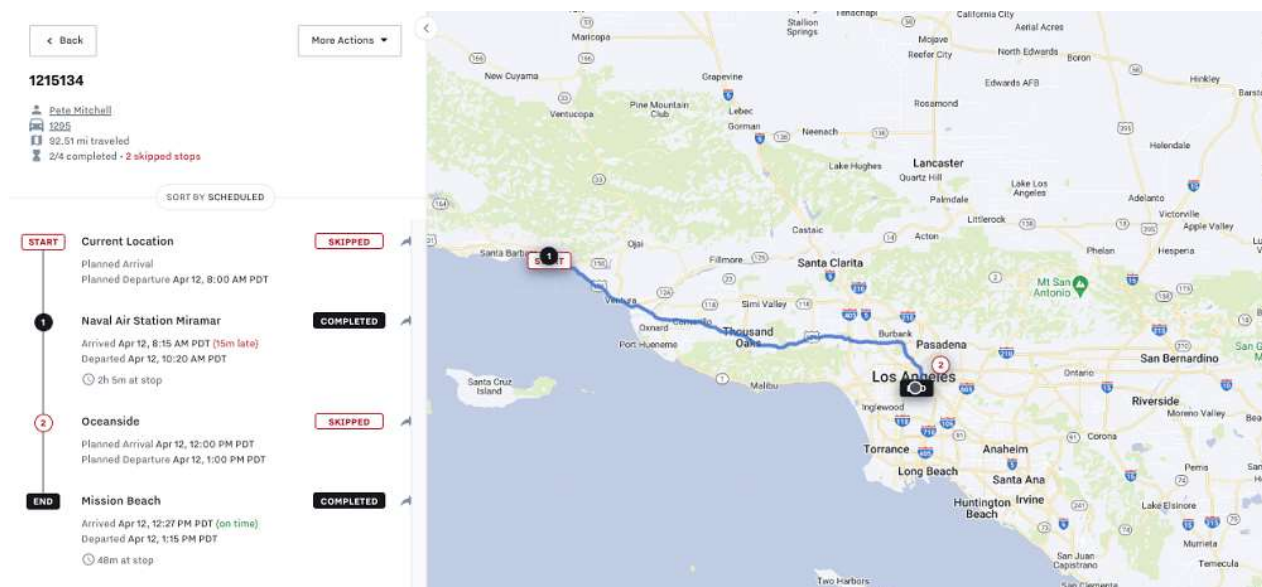


Рисунок 1.12 – Карта маршруту Samsara.

Карта маршруту Samsara дозволяє бачити прогрес, досягнутий вашим водієм, включаючи примітки про пропущені зупинки.

Програмне забезпечення Samsara також може надати діагностику автомобіля в режимі реального часу, для завчасного виявлення несправностей та мінімізації ймовірності поломки автомобіля під час роботи. Програмне забезпечення Samsara дозволяє створити графік технічного обслуговування для транспортних засобів і отримувати сповіщення про час кожного технічного обслуговування.

Незважаючи на те, що Samsara є одним із найкращих варіантів для технічного обслуговування та керування автомобілем, на відміну від Verizon Connect, Samsara не пропонує апаратного підключення.

В останньому випуску Samsara змінилися AI моделі виявлення. Це включало вдосконалення детектора безпечного слідування на основі штучного інтелекту, про який ми раніше згадували. Інструмент більше не

покладається на належне калібрування відеореєстраторів для обчислення відстані до автомобіля попереду, а параметр «Секунди відстані» спрощено до трьох параметрів: $< 0,5$ секунди, $< 1,0$ секунди та $< 1,5$ секунди.

Samsara є хорошим вибором для управління середнього розміру автопарками, котрі хочуть заощадити час і гроші за рахунок оптимізації використання транспортних засобів. Його функції планування прискорюють планування та скорочують витрати часу та палива.

Samsara забезпечує уникнути дорогих поломок рухомого складу і дає змогу подбати про технічний стан автомобілів, так і здоров'я водіїв за допомогою календаря технічного обслуговування та діагностичних функцій.

Samsara не є оптимальним вибором для невеликих автопарків, менше ніж п'ять транспортних засобів. Це тому, що це дорогий варіант, і власнику невеликого автопарку не обов'язково знадобляться наддосконалі функції керування автомобілем, оскільки він не матиме багато транспортних засобів для керування.

1.4 Teletrac Navman TN360, оптимізований для управління персоналом



Сильні сторони:

- Інструменти моніторингу водія найвищого рівня, включаючи керування втомою водія;
- Забезпечує оновлення даних у реальному часі;
- Працює від акумулятора або сонячної батареї;
- Корисна звітність і представлення даних.

Слабкі сторони

- Коротка гарантія (12 місяців);
- Немає додаткових функцій (монітор температури, оновлення погоди, моніторинг двигуна);

– Без тривожної кнопки.

Стартова ціна від 25 доларів за автомобіль, за місяць

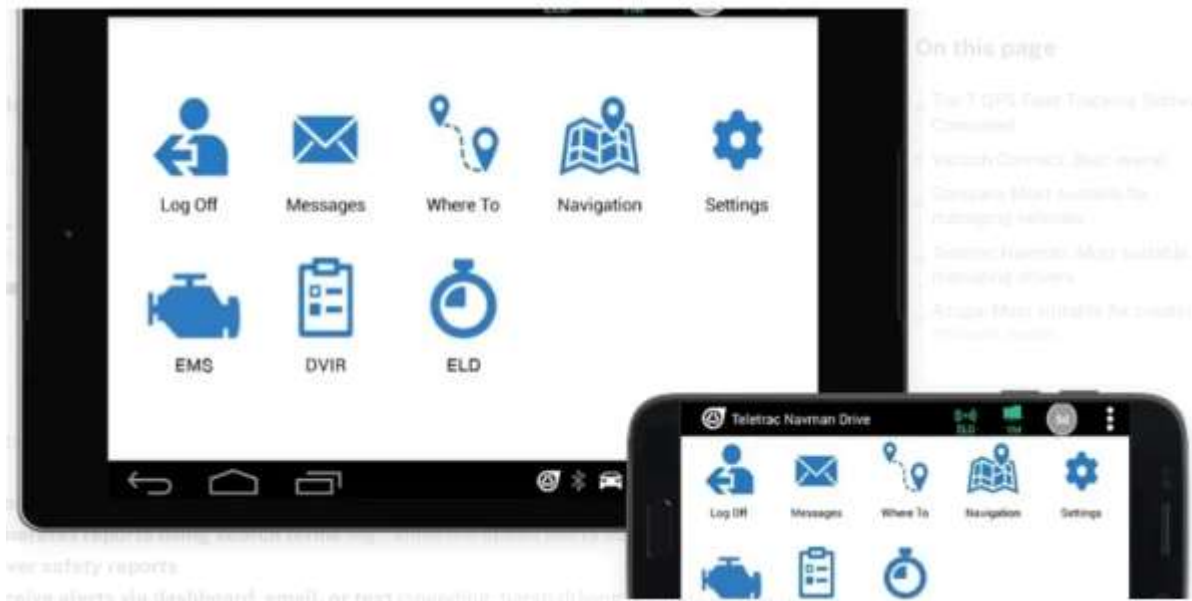


Рисунок 1.13 – Інтерфейс Teletrac Navman.

За допомогою автоматизованої системи GPS-відстеження автопарку Teletrac Navman водії можуть залишатися на зв'язку з менеджерами, переглядати свої маршрути та заповнювати DVIR та ELD.

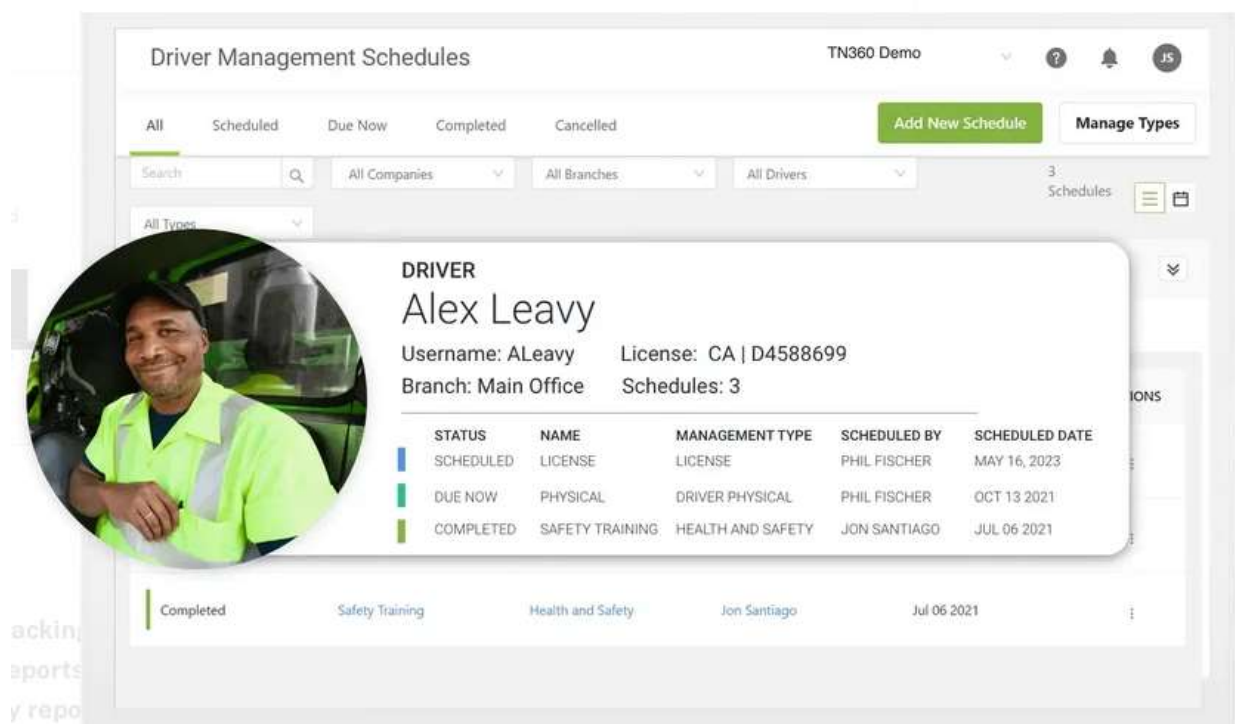


Рисунок 1.14 – Інформаційна панель Teletrac

На інформаційній панелі Teletrac можна переглядати профілі окремих водіїв, включаючи їхні поточні призначення та задачі.



Рисунок 1.15 – Перегляд списку своїх водіїв Teletrac

Teletra дозволяє перегляди список водіїв, упорядкованих за результатами водіння, і для окремих водіїв визначати тенденції їх водіння, використовуючи інтерфейс.

Головні особливості:

- Відстеження в реальному часі
- Створює звіти за допомогою пошукових термінів (наприклад, «показати мені сповіщення про швидкість за останній тиждень»)
- Звіти про безпеку водіїв
- Отримуйте сповіщення через інформаційну панель, електронну пошту чи текстові повідомлення (перевищення швидкості, жорстке водіння, порушення геозони, аварії...)
- Сповіщення в реальному часі для водіїв у транспортному засобі
- Сумісність з DVIR і ELD

DVIR і ELD

DVIR (Driver Vehicle Inspection Report) — це звіт, що засвідчує, що водій комерційного транспортного засобу пройшов перевірку безпеки та

стану автомобіля. ELD (Electronic Logging Device) — це електронний пристрій для реєстрації годин роботи водіїв і забезпечення дотримання регуляцій щодо робочого часу (HOS). ELD також може інтегрувати функції DVIR, що дозволяє здійснювати цифрові перевірки без використання паперових форм.

Teletrac TN360 є однією з найкращих систем для ефективного управління персоналом та водіями. Коли підприємство розширюється, управління персоналом ускладнюється. Таким чином при використанні Teletrac TN360 можливо ефективно організувати функції управління водіями, таких як диспетчеризація та маршрутизація завдань, а також декларація про придатність водія, а також просування у розкладах.

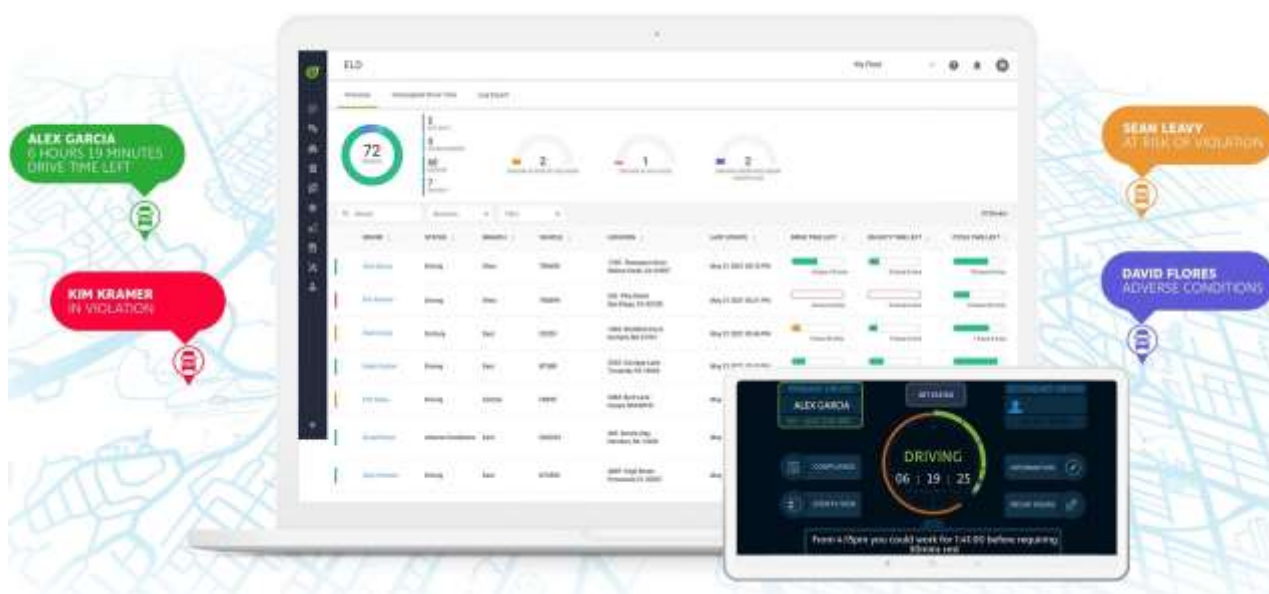


Рисунок 1.16 – Інформаційна панель Teletrac Navman ELD.

Інформаційна панель Teletrac Navman ELD відображає всю необхідну інформацію в інтуїтивно зрозумілій та зручній формі. Оцінка продуктивності водія Teletrac Navman TN360 більш повна, ніж у таких конкурентів, як GPS Trackit (який дає індивідуальні оцінки водіям), оскільки TN360 створює настроювані таблиці категорій водіїв, що дає більш чітку загальну інформацію.

TN360 від Teletrac має вбудовану програму обміну повідомленнями, для обміну інформацією і даними по всьому автопарку, поширення регулярних сповіщень, оновлення статусу роботи та спільного використання документів. Для багатьох компаній це зручніше, ніж використовувати телефонні дзвінки, щоб залишатися на зв'язку зі своїми водіями.

Система Teletrac TN360 система попереджає не лише команду менеджерів, але й водіїв, коли вони дотримуються неправильних правил водіння. Інші системи, такі як Verizon і Samsara, роблять це тільки тоді якщо є в наявності відеореєстратор, система відстеження GPS Teletrac TN360 робить це без додаткового обладнання.

Це також один із найкращих постачальників ELD (пристрій електронного журналу), який надає найдетальніший огляд стану водія та активності всіх трекерів.

Однак системі не вистачає деяких більш просунутих функцій, які пропонують конкуренти Verizon і Samsara, наприклад попередження про несприятливу погоду, діагностику автомобіля та інтеграцію супутникової навігації.

Teletrac оновила свою платформу TN360 за допомогою нової інтеграції з програмним забезпеченням EKOS для керування автопарком, паливом і електромобілями. Це дозволить завантажувати на платформу дані паливних карток, а також контролювати витрати палива та проводити інвентаризацію (серед інших функцій), щоб допомогти визначити закономірності для запровадження більш ефективних та економічно вигідних алгоритмів роботи. Рекомендоване застосування Teletrac TN360. Teletrac TN360 є хорошим варіантом для менеджерів автопарків середнього розміру, які хочуть уважно стежити за своїми водіями, що насправді може допомогти покращити досвід роботи водія.

Акцент TN360 на спілкуванні між операторами та водіями за допомогою обміну повідомленнями, сповіщень у автомобілі та ефективних

систем лідерства на основі балів може допомогти мотивувати команду та підвищити ефективність.

1.5 Автоматизована система GPS-відстеження автопарку Azuga для створення ефективних маршрутів



Сильні сторони:

Пропонує ефективні маршрути руху;

Глибокі звіти про використання палива;

Відстежує діяльність водія за допомогою геозонування.

Слабкі сторони:

Немає звітів про збої;

ELD і DVIR оплачуються додатково;

Контракт мінімум на 3 роки.

Діапазон цін – 25 доларів США за автомобіль на місяць BasicFleet;

30 доларів США за автомобіль на місяць SafeFleet;

35 доларів США за автомобіль на місяць FullFleet.

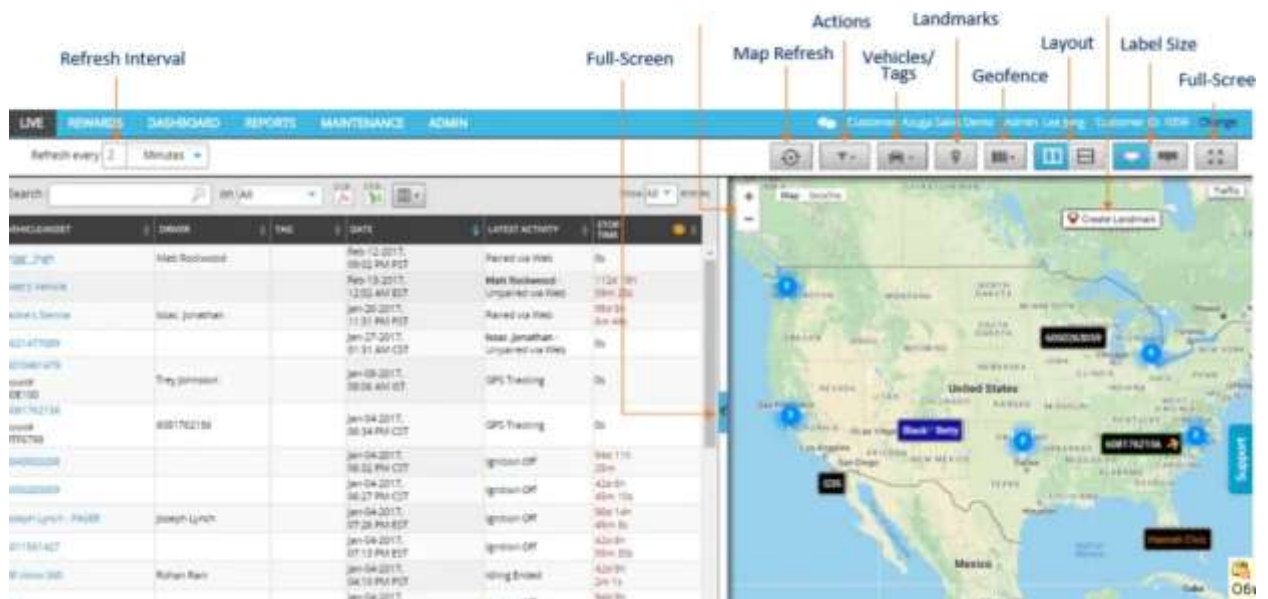


Рисунок 1.17 – Карта трекера в реальному часі Azuga

Azuga дозволяє переглянути всі транспортні засоби по всій країні на карті трекера в реальному часі, з усією відповідною інформацією про поїздку в таблиці ліворуч.

Рисунок 1.18 – Генератор звітів Azuga про маршрути.

Генератор звітів Azuga про маршрути. Можна вибрати часові рамки та транспортні засоби, які включаються у звіт.

NAME	TYPE	SETTING	ASSOCIATED GROUPS/VEHICLES/SENSOR	MUTED
Standard Seatbelt Alert - IM	Seat belt	Web: No Mobile: No Group Admin: No Paired Driver: No 70 MPH	BT Red Cruze Subaru Legacy more >>>	No
Standard Speeding Alert	Speeding	Track 24/7 Web: No Mobile: No Group Admin: No	Charlotte	Yes

Рисунок 1.19 – Вкладка «СПОВІЩЕННЯ» в інтерфейсі Azuga.

Клацнувши вкладку «Сповіщення» в інтерфейсі Azuga, можна вибрати, про які випадки жорсткого водіння ви отримуватимете сповіщення.

Головні особливості:

- Індивідуальний час оновлення (від 30 секунд до 59 хвилин залежно від уподобань);
- Планування автоматичних звітів (переміщення транспортних засобів, зміни, поведінка водія...);
- Звіти про пробіг поза штатом;
- Геозонування;
- Автоматична оптимізація маршруту
- Відповідність ELD і DVIR.

Автоматизована система GPS-відстеження автопарку Azuga прямо пов'язана із сповіщеннями Google про дорожній рух, вона адаптується, щоб пропонувати найкращі маршрути для кожного водія на основі уподобань. В наявності є великий набір варіантів для вибору пріоритетів маршруту: дохід за маршрут, максимальна тривалість маршруту, максимальна відстань на транспортний засіб, зупинки на маршруті тощо. Це високий рівень налаштувань, який відсутній у TN360 Teletrac Navman, який просто направляє ваших водіїв назад до першого запропонованого маршруту. У поєднанні з функціями геозонування, які відстежують скільки часу ваші водії проводять у визначеному місці, Azuga пропонує рішення відстеження маршрутів для менеджерів автопарків, для забезпечення їх максимальної ефективності.

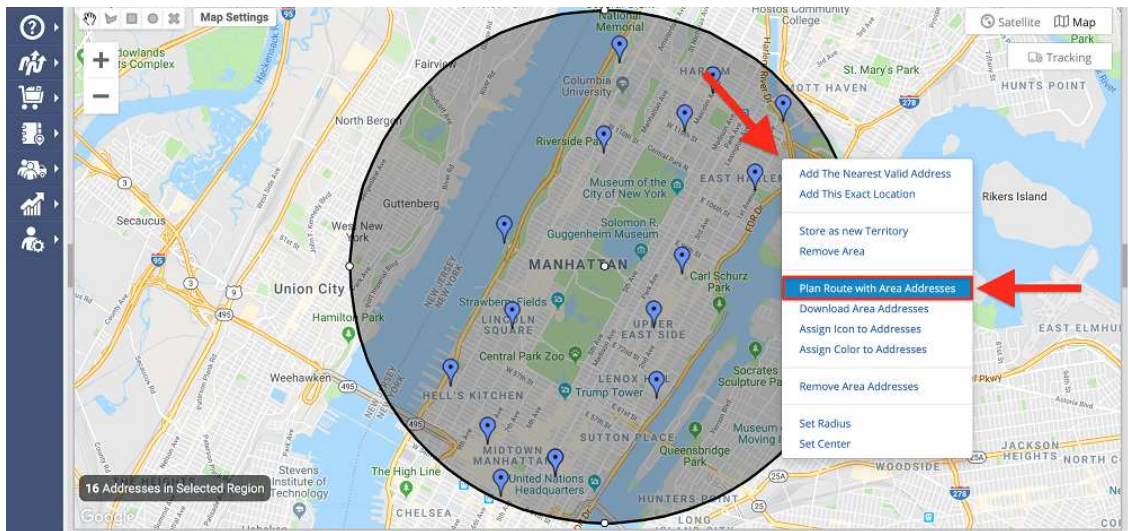


Рисунок 1.20 – Планування маршруту Azuga.

Використовуючи інструмент планування маршруту Azuga, можна розмежувати зони на карті та спланувати маршрут, використовуючи адреси для зупинок.

Ще однією унікальною особливістю системи Azuga є звітування про пробіг. Ви можете створювати звіти про пройдені кілометри в межах області за вказаний період, що особливо корисно під час подання звітів.

Однак рішення Azuga не є вичерпним. У ньому відсутні апаратна опція, інтеграція супутникової навігації та звіти про збої. Крім того, тривожна кнопка знаходиться в мобільному додатку, що в екстреній ситуації може збільшити ризик для водія.

Для порівняння, TN360 має сповіщення про збої, а Samsara навіть записує дані про збої на основі значень G-Force.

Останні оновлення програмного забезпечення Azuga були в додатку Azuga FleetMobile. Було представлено модуль «Активи» (доступний у модулі адміністратора панелі інструментів), який дозволяє адміністраторам ефективно керувати пов'язаними з активами завданнями, такими як перегляд, створення, редагування та видалення активів безпосередньо з програми. Раніше потрібно було увійти у веб-додаток.

Застосування Azuga.

Azuga є хорошим варіантом для автопарків малого та середнього розміру, які обслуговують невеликі вантажівки або мікроавтобуси, регулярно подорожують через державні межі та хочуть оптимізувати маршрути та подорожі. Звіти про пробіг на платформі спрощують податок на пальне, а функцію оптимізації маршруту можна налаштувати відповідно до потреб вашого автопарку.

Однак Azuga не рекомендована автопаркам, які експлуатують великі вантажівки. Ці транспортні засоби мають вищий ризик потрапити в аварію, ніж менші, а відсутність у Azuga звітів про аварії та тривожної кнопки на основі додатка роблять його непридатним для подорожей із високим ризиком.

1.6 Автоматизована система GPS-відстеження автопарку Spireon.



Spireon – найкраще підходить для моніторингу продуктивності

Сильні сторони:

- Автоматичні сповіщення про небезпечні події за кермом;
- Точне відстеження завдяки високій частоті оновлення;
- Відмінні функції запобігання крадіжці.

Слабкі сторони:

- Немає тривожної кнопки чи звітів про збої;
- Немає можливості оптимізації маршруту;
- Обмежені варіанти підтримки.

Ціноутворення на основі розміру автопарку, особливостей пакета та тривалості контракту

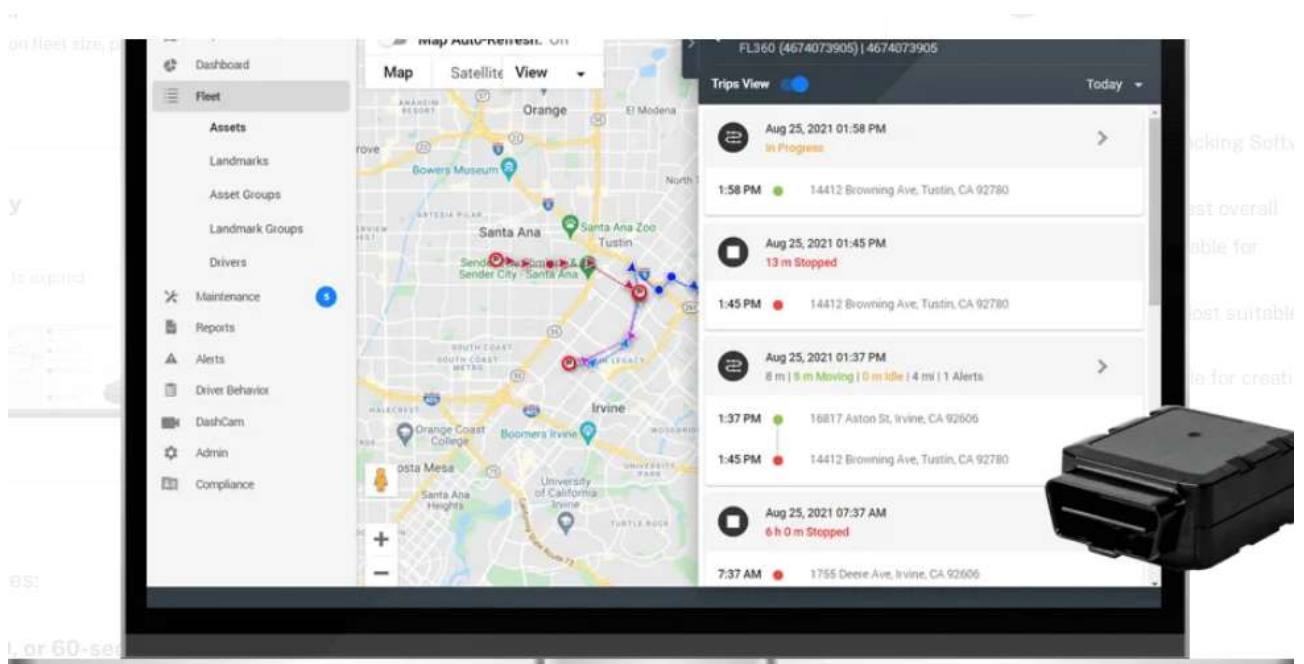


Рисунок 1.21 – Карта відстеження транспортних засобів Spireon.

На карті відстеження транспортних засобів Spireon можна бачити хід подорожі, а також довжину зупинок.

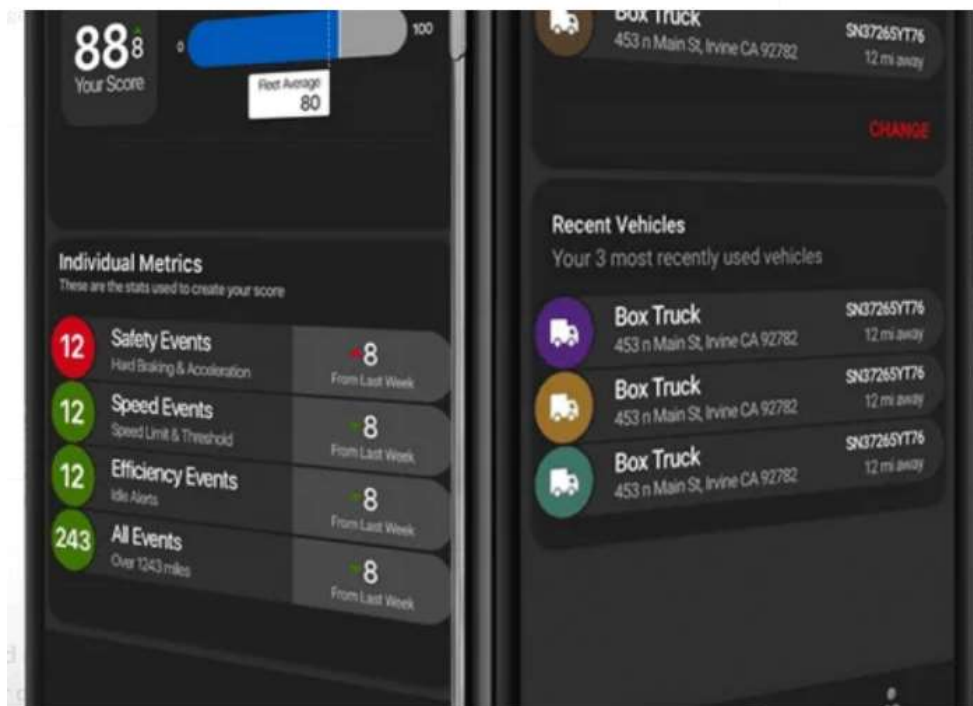


Рисунок 1.22 – Інтерфейс GPS-відстеження Spireon.

Інтерфейс GPS-відстеження Spireon можна переглядати через додаток для смартфона. Ось приклад оцінок водія та сторінок стану автомобіля, які переглядаються з програми.

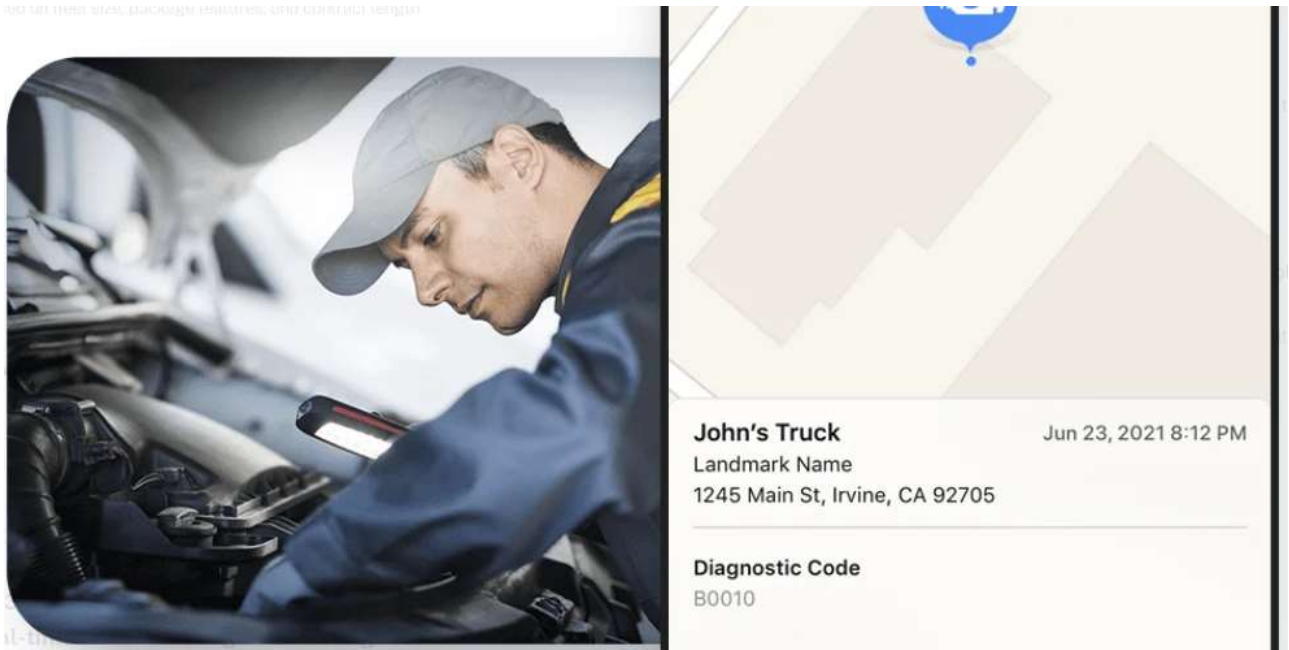


Рисунок 1.23 – Система відстеження Spireon

Система відстеження Spireon відстежує стан двигуна та видає сповіщення, коли виявляє проблему.

Головні особливості:

- Час оновлення 15, 30 або 60 секунд;
- Сповіщення в реальному часі про небезпечне водіння;
- Система лідерів водіїв;
- Звіти (журнал аудиту, управління ризиками, підсумки поїздок);
- Запобігання крадіжці (датчик дверей, оповіщення в неробочий час);
- Управління паливом та інтеграція паливної картки;
- Відповідність ELD і DVIR.

Система FleetLocate Spireon забезпечує краще розуміння, контроль та управління продуктивністю водія, ніж будь-яка інша система.

Частоту оновлення даних можна встановити на 60, 30 і 15 секунд, крім цього, в наявності є сповіщення в режимі реального часу про небезпечні події за кермом, включаючи перевищення швидкості, різке проходження поворотів, різке прискорення та порушення встановлених геозон.

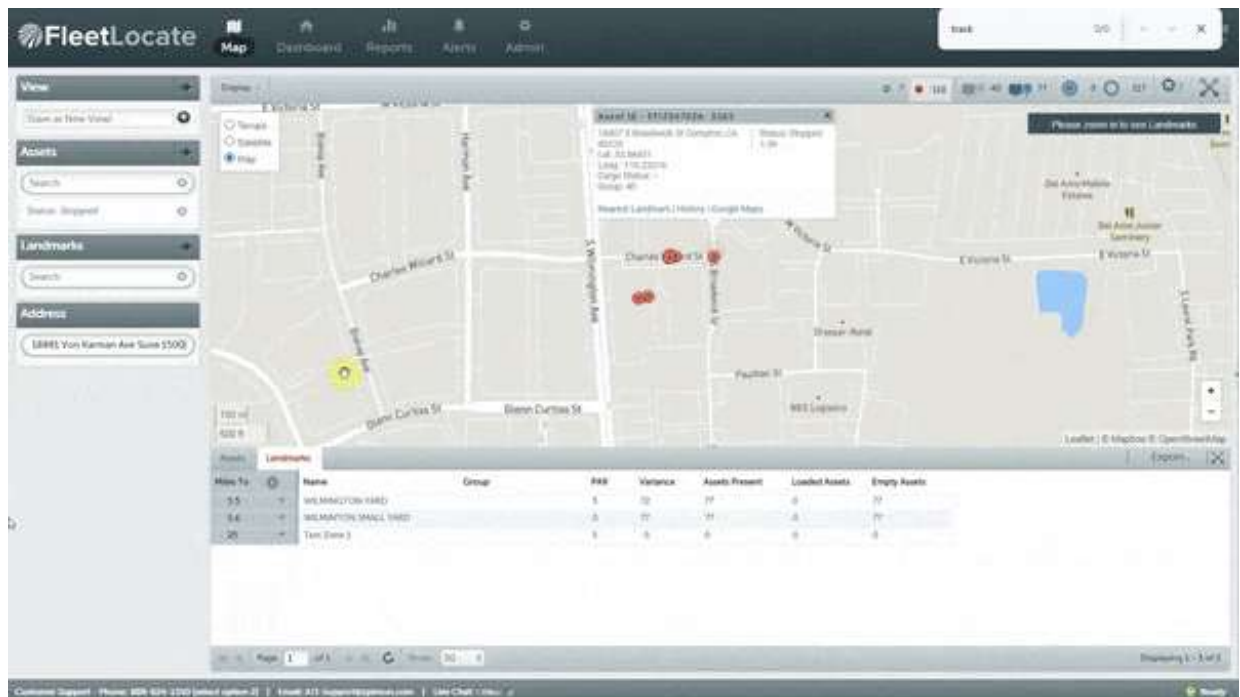


Рисунок 1.24 – Режим перегляду карти FleetLocate від Spireon

Програмне забезпечення FleetLocate від Spireon має режим перегляду карти, який відповідає звичайному програмному забезпеченню відстеження GPS, хоча він добре працює та дозволяє переглядати історію водіїв за кілька кліків.

Spireon також заохочує безпечне водіння через здорову конкуренцію між співробітниками. Слід зазначити, що це не є чимось винятковим для програмного забезпечення відстеження GPS – більшість конкурентів у цьому списку мають схожі системи.

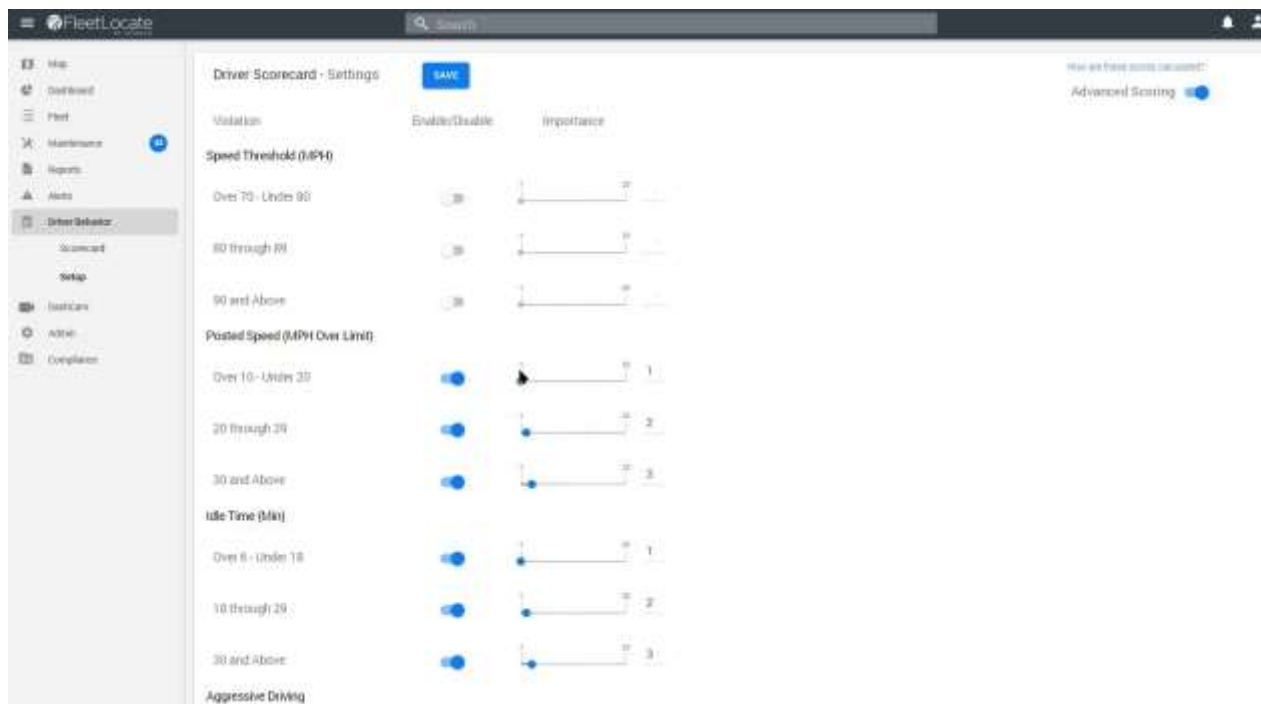


Рисунок 1.25 – Налаштування картки показників водія Spireon FleetLocate

Є можливість задати вагові критерії різним порушенням правил водіння в налаштуваннях картки показників водія Spireon FleetLocate.

FleetLocate має вбудовані засоби запобігання крадіжці, такі як датчик дверей і сповіщення в неробочий час. Конкурент Quartix не має таких функцій безпеки.

Однак у Spireon є деякі недоліки. А саме, його непрозорі ціни та дещо недостатня система довідки та підтримки – немає цілодобової телефонної лінії, чат-бота чи довідкового центру, на відміну від Azuga.

Spireon не оновлював програмне забезпечення цього року, окрім виправлень помилок і продуктивності мобільного додатку FleetLocate Shift.

Використання Spireon FleetLocate.

Spireon є хорошим рішенням відстеження для менеджерів, яким потрібно виявляти та покращувати проблеми продуктивності серед водіїв, завдяки сповіщенням про поведінку водіїв у реальному часі та звітам щодо конкретного управління ризиками.

Його надійні засоби запобігання крадіжкам також роблять його хорошим вибором для автопарків, які працюють у регіонах з високим рівнем крадіжок транспортних засобів.

1.7 RAM Tracing – найдоступніша система відстеження GPS/



Сильні сторони:

- Відстеження транспортних засобів у режимі перегляду карти;
- Широкий спектр інтеграцій паливних карт;
- Довічна гарантія.

Слабкі сторони:

- Немає автоматичної оптимізації маршруту;
- Немає відстеження технічного обслуговування автомобіля;
- Без діагностики автомобіля.

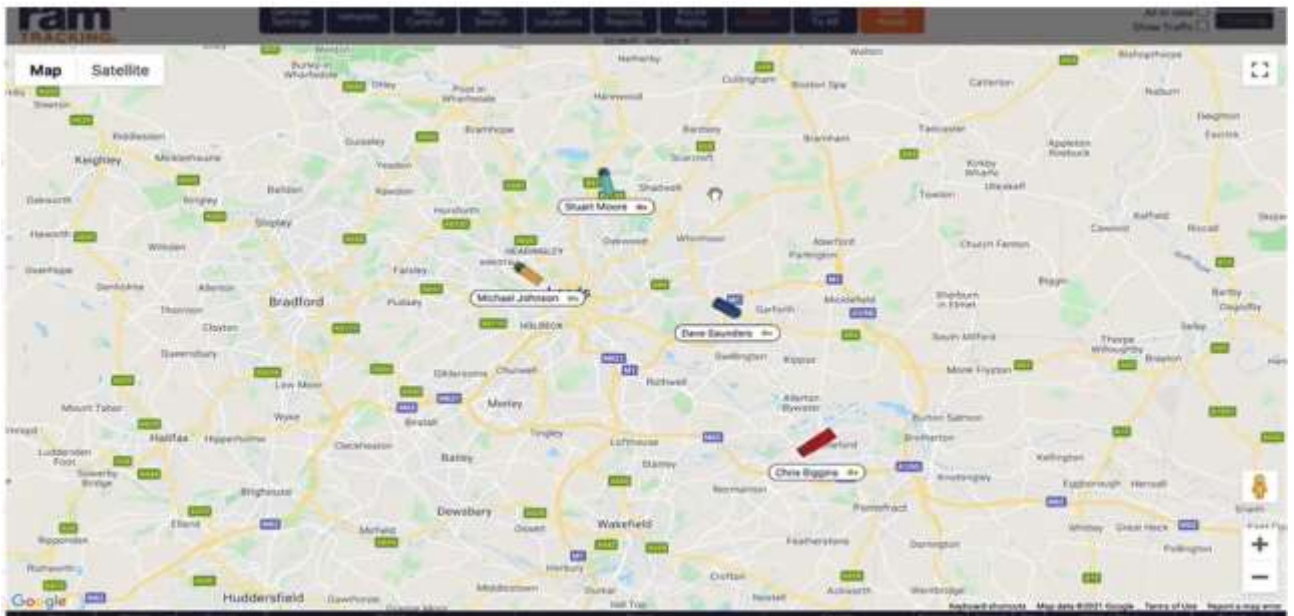


Рисунок 1.26 – Карта стеження за транспортними засобами RAM Tracking.

Карта стеження за транспортними засобами RAM Tracking показує місцезнаходження автомобіля та ім'я водія. Джерело: RAM Tracking



Рисунок 1.27 – Функції безпеки RAM Tracking

Однією з функцій безпеки RAM є сповіщення про неробочий час. Ви можете призначити комендантську годину транспортним засобам в інтерфейсі RAM і отримувати сповіщення, якщо вони їздять поза межами комендантської години.



Рисунок 1.28 – Інтерфейсі відстеження RAM Tracking.

В інтерфейсі відстеження RAM можна відтворити минулі маршрути та переглянути історію, де зупинялися водії, скільки тривала поїздка та чи були якісь важкі випадки водіння.

Головні особливості:

- Доступні апаратні та хмарні варіанти;
- 30-секундний час оновлення;
- Геозонування;
- Сповіщення (аварії, холостий хід, жорстке водіння, перевищення швидкості...);
- Фінансова звітність (витрати на відрядження та час на місці);
- Звіти про викиди CO₂;
- Інтеграція паливної картки.

Відстеження має найнижчу щомісячну плату з усіх постачальників, починаючи з 11 доларів США на місяць, менше половини суми ніж у Verizon або Azuga.

Однак ціноутворення встановлюється індивідуально, тому сума залежатиме від розміру автопарку, функцій і тривалості контракту. Якщо контракт тривалий, оплата буде меншою. На RAM Tracking надається довічна гарантія (такі конкуренти, як Spireon і Teletrac, надають гарантію лише на 12 місяців).

Програмне забезпечення GPS відстеження RAM Tracking більше зосереджено на відстеженні в реальному часі, ніж на звітності, надаючи контроль за водіями на карті з реєстрацією кожного транспортного засобу, ідентифікатором водія, місцем розташування, швидкістю, а також з інформацією про зупинки та рух по маршруту.

RAM Tracking має функції звітування, але вони менш повні, ніж ті, що пропонуються Verizon і Samsara. В RAM Tracking звіти в основному зосереджені навколо історії окремого автомобіля чи водія. На платформі немає журналів діагностики та технічного обслуговування автомобіля. Однак RAM Tracking має деякі корисні функції, включаючи опцію підключення, відстеження активів і додаток для смартфона.

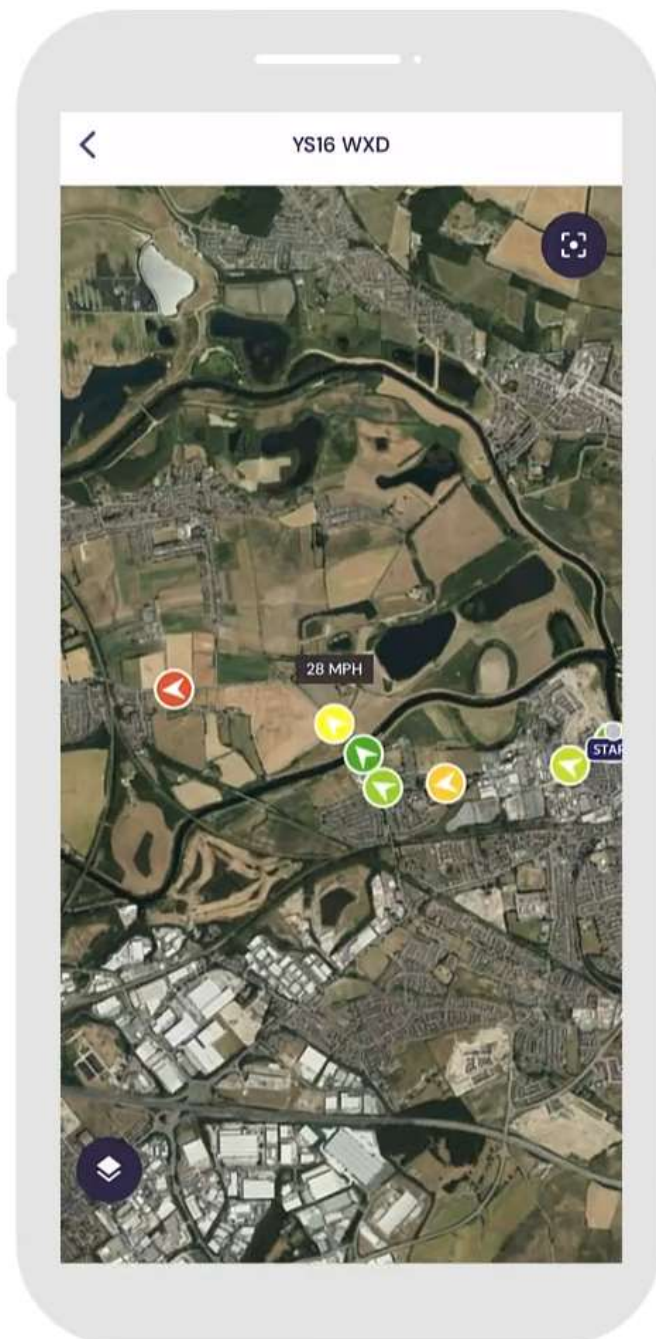


Рисунок 1.29 – Мобільний додаток RAM Tracking для iOS і Android.

Мобільний додаток RAM Tracking доступний для iOS і Android і також отримує звіти, маршрути повторів і драйвери викликів/текстових повідомлень.

На жаль, RAM Tracker не має інтелектуального розрахунку маршруту, тому доведеться якомога краще планувати подорожі на основі того, скільки часу тривали минулі подорожі.

Кілька інших відсутніх елементів – це тривожна кнопка та інтеграція з супутниковими навігаційними пристроями, які, на жаль, ускладнюють можливість планування маршруту.

В останніх оновленнях продукту RAM додаток RAM Tracking підтримує пряму трансляцію зі встановлених камер RAM Live, доступ до яких можна отримати за допомогою нового значка камери в сітці веб-програми для перегляду деталей маршруту автомобіля в реальному часі.

Датчики температури також доступні для сумісних трекерів, що дозволяє користувачам встановлювати сповіщення про порушення температури, надсилаючи запити відділу продаж через чат. Крім того, розширене редагування геозон означає, що користувачі можуть перетворювати кругові геозони на багатокутники, надаючи більше можливостей налаштування та покращений обмін інформацією в організації.

Використання RAM Tracking .

Відстеження RAM Tracking є хорошим варіантом для невеликих автопарків завдяки доступній стартовій ціні. Він надасть основні функції GPS-трекінгу, такі як відстеження транспортних засобів, моніторинг поведінки водія, сповіщення та базові звіти в основному пакеті.

Однак відсутність оптимізації маршрутів у будь-якому з планів є великим недоліком, особливо якщо ви створюєте маршрути для кількох транспортних засобів, тому не рекомендовано використання RAM Tracking для автопарків середнього чи великого розміру.

1.8 Автоматизована система GPS-відстеження Quartix.



Quartix.

Автоматизована система GPS-відстеження Quartix – найкраще підходить для контролю витрати палива

Сильні сторони:

- Один з найдешевших провайдерів на ринку;
- Інтегрується з великою мережею паливних карток через FleetCheck;
- Надає звіти про викиди CO2;
- Прозора структура ціноутворення.

Слабкі сторони

- Не оптимізує ваші маршрути автоматично;;
- Немає допомоги щодо відповідності EDL або DVIR;
- Без діагностики автомобіля.

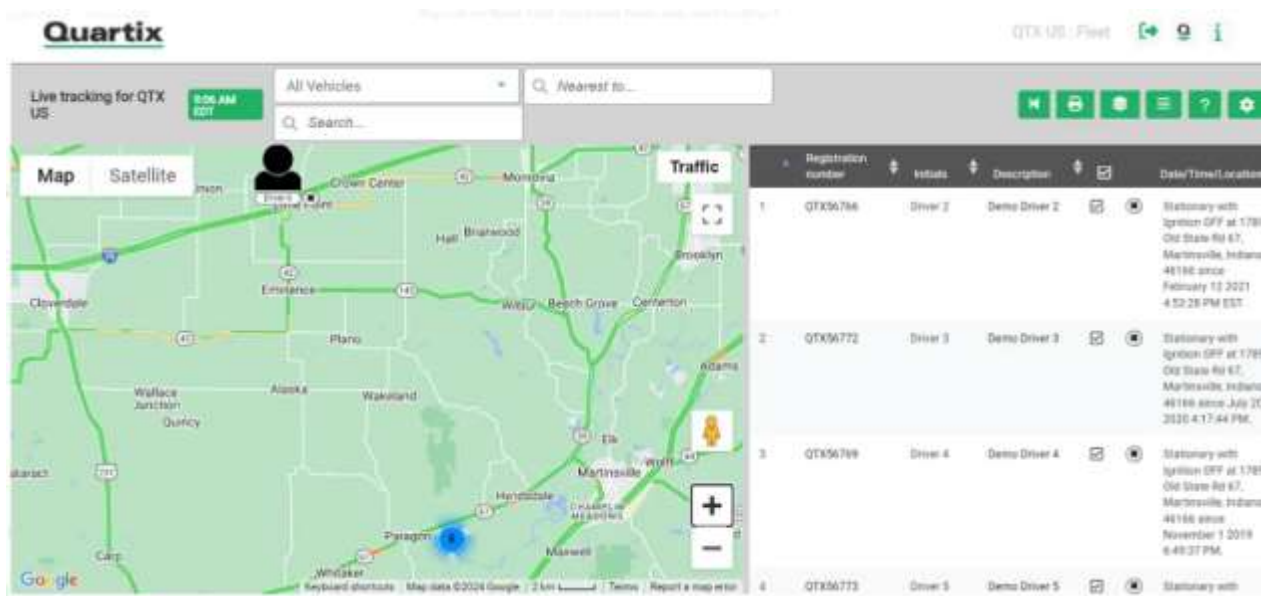


Рисунок 1.30 – Карта відстеження транспортних засобів Quartix

На рис. 1.30 приведено вигляд карти відстеження транспортних засобів Quartix. Це не найпривабливіша платформа, але вона надає всю необхідну інформацію про місцезнаходження та статуси водіїв.

IFTA mileage report - QTX56754, 2018 Dodge Ram Promaster - QTX US Period: Monday February 26, 2024 - Sunday March 3, 2024 (EST)			
Summary			
A. Total IFTA miles	156		
B. Total non-IFTA miles	8		
C. Total miles	164		
D. Total gallons (IFTA and non-IFTA)	Enter gallons		
E. Average mpg (G/D)			
F. Jurisdiction name	G. Jurisdiction code	H. Total IFTA miles (vehicle miles)	I. Total gallons (M/E, where gallons)
Pennsylvania	PA	156	
J. Vehicle description	K. Start odometer	L. End odometer	
QTX56754, 2018 Dodge Ram Promaster	16682	16836	

Рисунок 1.31 – Відстежування Quartix пробігу транспортних засобів у контейнерах за межами держави.

Quartix дозволяє відстежувати пробіг транспортних засобів у контейнерах за межами держави, що значно полегшує звітність IFTA.

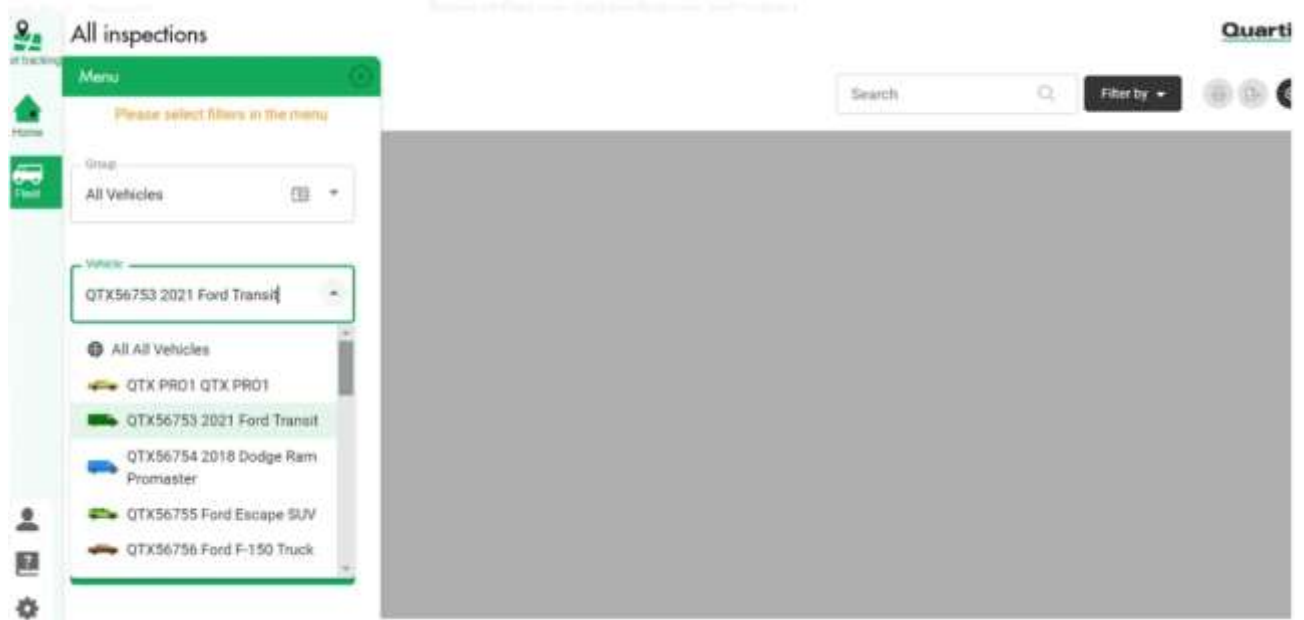


Рисунок 1.32 – Засіб перевірки транспортних подій Quartix.

За допомогою засобу перевірки транспортних подій Quartix є змога вибрати транспортний засіб і побачити випадки жорсткого водіння, наприклад перевищення швидкості.

Головні особливості:

- Час оновлення 15-60 секунд
- Звіти (документація транспортного засобу та водія, звіти про шини, перевірка безпеки транспортного засобу, онлайн-оцінка ризиків водія...)
- Сповіщення електронною поштою (водіння в неробочий час, геозонування, жорстке водіння, холостий хід)
- Управління паливом за допомогою FleetCheck (вартість палива, розбивка MPG, звіти про CO₂, виявлення крадіжки пального...)
- Звітність IFTA про пробіг і податок на пальне

Високо оцінюється Quartix за його здатність підключатися до даних паливної картки завдяки партнерству з FleetCheck, тому можна його

використовувати в якості центральної системи для контролю за витратами палива. Автоматичне звітування про витрати та оцифрування можуть покращити контроль над витратами палива.

У поєднанні з розширеною інформацією про поведінку водія, у вигляді даних про перевищення швидкості, прискорення та порушення, система дає всю необхідну інформацію, щоб забезпечити безпечну їзду та зменшити витрати пального.

Quartix забезпечує системну функцію звіту про подорожі, яка надає інформацію про те, де був кожен водій протягом дня, щоб запобігти шахрайським страховим вимогам.

Однак слід пам'ятати, що Quartix не підтримує відповідність вимогам ELD (Electronic Log Device) і не планує розвивати це. Також Quartix не оптимізує маршрути автоматично, а може лише визначити дублювання подорожі (два транспортні засоби, що доставляють в одному районі).

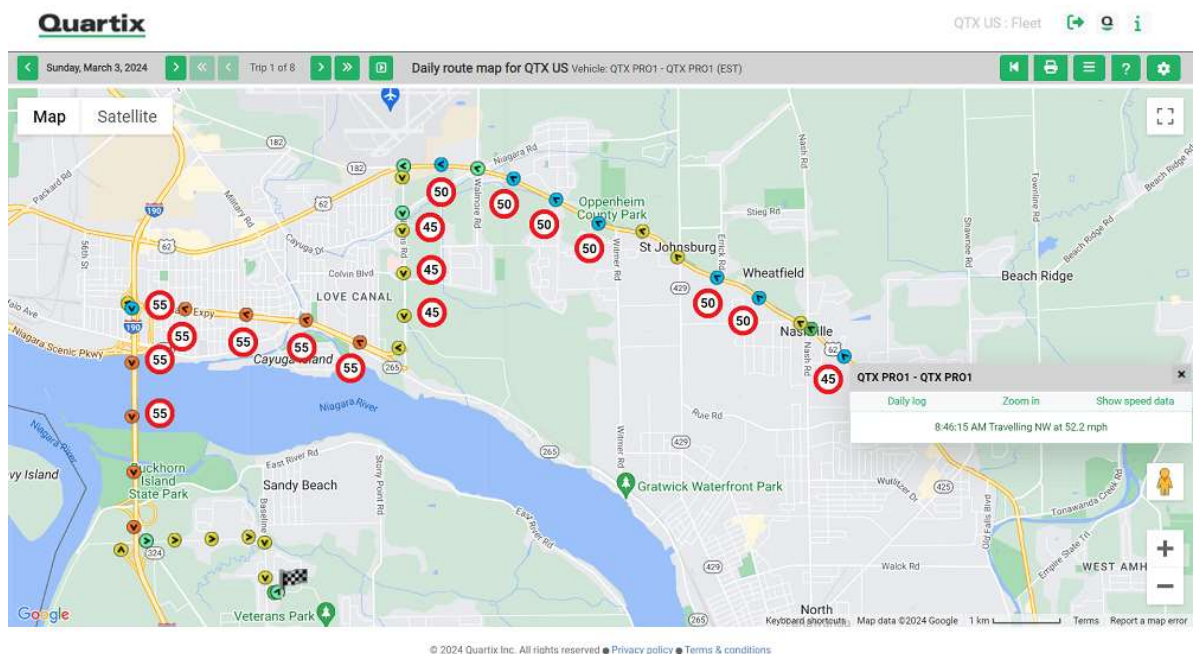


Рисунок 1.33 – Картограф маршрутів Quartix

Можна перевіряти заплановані або виконані рейси транспортним засобом за допомогою картографа маршрутів Quartix і легко переходити між днями за допомогою стрілок у верхньому лівому куті.

Система Quartix є трохи складною у використанні. Має не самий інтуїтивно зрозумілий інтерфейс на якому важко виконувати прості завдання, такі як повернення до головної інформаційної панелі після відкриття вкладки. Виявляється, потрібно натиснути на логотип Quartix у верхньому лівому куті сторінки.

Окрім цього, карта відстеження транспортних засобів є чіткою та лаконічною, що дає чудову видимість транспортних засобів, а також включає супутникові зображення та кнопку для вмикання та вимикання руху. Кнопки для створення звітів і зміни налаштувань, як правило, знаходяться в одному місці в кількох категоріях, що полегшує навчання.

Використання Quartix. У Quartix є цінові плани, які відповідають як малим, так і середнім автопаркам, і це особливо хороший варіант для менеджерів, які хочуть уважно стежити за витратами палива завдяки партнерству з FleetCheck.

Менеджери-оператори можуть створювати звіти про паливні картки, щоб краще контролювати, скільки витрачається на паливо, і отримувати інформацію про поведінку водіїв, які витрачають паливо, наприклад різке прискорення та гальмування, щоб можна було визначити, які водії потребують коригування стилю керування. Платформа також може виявляти потенційні випадки крадіжки палива, дозволяючи запобігати подібним проблемам.

Quartix не випустив жодного нового оновлення цього року. Це означає, що його останнє оновлення було в грудні 2023 року. Тепер користувачі можуть отримувати сповіщення про перевищення швидкості на основі встановлених ними порогів (певний відсоток перевищення ліміту або кількість км/год).

1.9 Аналіз функціональних можливостей програмного забезпечення автоматизованих систем GPS-відстеження.

Вище розглянуто різні автоматизована система GPS-відстеження автопарку. Зробимо короткий аналіз функціональних можливостей.

Особливості автоматизованих система GPS-відстеження автопарку, які функції потрібні, а які можуть бути опційними.

Якщо розумно підходити до витрат, потрібно визначити, які функції є важливими, а які є додатковими.

Основні функції, які має мати програмне забезпечення для відстеження GPS, включають:

- Відстеження транспортних засобів: перевага, якщо провайдер пропонує відстеження в режимі реального часу;
- Сповіщення та сповіщення: це допоможе швидко визначити інциденти;
- Керування поведінкою водія: це допоможе підвищити безпеку водія та визначити водіїв, які потребують подальшого навчання;
- Керування паливом і відстеження пробігу: може допомогти планувати маршрути та ефективніше керувати паливом;

Залежно від вимог, інші функції, які слід розглянути для програмного забезпечення GPS відстеження, можуть включати, – геозонування, моніторинг температури вантажу, звіти про аварії або інструменти планування технічного обслуговування.

Переваги програмного забезпечення відстеження GPS

Існує кілька способів, за допомогою яких GPS-відстеження підвищує прибутковість бізнесу. Ось п'ять основних переваг:

1. Зниження витрат.

Зростання витрат є найбільшою проблемою для більшості керівників автопарків сьогодні. Але дослідження Verizon показує, що менеджери транспортних засобів знижують витрати на паливо (в середньому на 9%),

витрати на нещасні випадки (на 17%) і робочу силу (на 12%) завдяки встановленню GPS-відстеження.

2. Підвищення безпеки.

Відповідальність за безпеку водіїв – від цього залежить репутація компанії. Якщо точно відомо, де знаходяться водії, легко надіслати допомогу в їхнє точне місцезнаходження.

Сповіднення про погоду також можуть надати важливу інформацію, підвищуючи тривогу, якщо сильний сніг або дощ представлятиме ризик. Автоматичне змінення маршруту може вирішити проблеми безпеки, перш ніж вони стануть проблемою.

3. Пошук можливостей підвищення ефективності.

Завдяки аналітиці про такі речі, як час простою, звички водіння та використання палива, засоби відстеження транспортних засобів надають низку можливостей для зменшення витрат. Можна знайти більш рентабельні маршрути за допомогою розумних пропозицій GPS.

4. Підвищення рівня обслуговування клієнтів.

Завдяки відстеженню транспортних засобів буде точно відомо, які транспортні засоби доступні, коли вони закінчать свою останню роботу. Це означає, що можна відправити потрібного водія і в потрібний час для його наступної місії.

Тоді клієнтам і замовникам надається інформація про точний час прибуття на основі дорожнього руху, погоди та дорожніх умов. Не буде водіїв, які чекатимуть на роботу, поки клієнти очікують свій вантаж.

5. Своєчасне технічне обслуговування автомобіля.

Якщо плануєте техогляд транспортного засобу на основі місячних або сезонних інтервалів, є ризик пропустити проблеми безпеки з більш інтенсивно використовуваними транспортними засобами. GPS-відстеження також контролює пробіг, що означає, що можна більш ефективно

розподіляти ресурси, перевіряючи транспортні засоби лише після того, як вони проїдуть певну відстань.

Розширені системи включають діагностичні сповіщення двигуна, тож буде попередження, якщо виникнуть будь-які термінові проблеми між перевірками.

70% тих, хто використовує програмне забезпечення для GPS відстеження для свого автопарку, вважали його надзвичайно або дуже корисним (згідно зі звітом Verizon Connect про тенденції в галузі технологій автопарку за 2024 рік).

Основні категорії тестування систем відстеження транспортних засобів:

Ціна: вартість, пов'язана з використанням програмного забезпечення для відстеження транспортних засобів, включаючи авансові витрати, плату за підписку, вартість апаратного забезпечення (якщо застосовується) і будь-які додаткові платежі за розширені функції чи додаткові компоненти.

Відстеження: основна функція програмного забезпечення відстеження транспортних засобів, яка передбачає моніторинг і відстеження розташування та переміщень транспортних засобів у режимі реального часу, як-от відстеження GPS, оптимізація маршруту та геозонування.

Керування водієм: функції та інструменти, надані програмним забезпеченням відстеження транспортних засобів для керування та моніторингу дій водія. Це може включати моніторинг поведінки водія, звіти про продуктивність водія та ідентифікацію водія.

Управління транспортними засобами: функції, які дозволяють ефективно керувати транспортними засобами та обслуговувати їх, наприклад, моніторинг стану транспортних засобів і планування технічного обслуговування.

Характеристики продукту: додаткові функції та можливості, які пропонує програмне забезпечення для відстеження транспортних засобів,

окрім базового відстеження та керування, наприклад сповіщення та сповіщення в реальному часі або маршрутизація та диспетчеризація водіїв.

Підтримка: ресурси, допомога та вказівки, які надаються користувачам компанією, що розробляє програмне забезпечення для відстеження транспортних засобів, зокрема підтримка телефоном, електронною поштою чи чатом, а також онлайн-форуми.

Активні та пасивні системи GPS відстеження автопарку.

Активні (або в режимі реального часу) GPS-трекери надсилають оновлення кожні кілька секунд, надаючи дані про місцезнаходження в режимі реального часу. Вони покладаються на поєднання бездротових сигналів і сигналів GPS, щоб підтримувати постійний зв'язок зі управлінням вашого автопарку.

Пасивні GPS-трекери записують ту саму інформацію про транспортний засіб, що й GPS-трекери в реальному часі. Однак замість того, щоб постійно надсилати оновлення на базу вашого автопарку, пасивні трекери зберігають дані локально про кожен автомобіль.

Пасивні GPS-трекери є розумним вибором для невеликих автопарків (скажімо, менше п'яти транспортних засобів). Вони дешевші за активні трекери, такі ж точні та часто більш портативні. Однак вони, як правило, мають набагато менше функцій порівняно з програмними можливостями, пов'язаними з активними трекерами.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Алгоритми для підвищення точності позиціонування з використанням GPS/EGNOS+GPS/ SDCM

Метою науково-дослідної частини кваліфікаційної роботи є розробити та проаналізувати модифікований алгоритм визначення точності позиціонування рухомого об'єкту (РО) на основі спільної Глобальної системи позиціонування, Європейської геостационарної навігаційної оверлейної служби, Глобальної системи позиціонування, Системи диференціальних корекцій та моніторингу (*GPS/EGNOS+GPS/ SDCM*).

Спочатку використано середньозважену модель для визначення положення РО. Алгоритм враховує координати з окремих рішень GPS/EGNOS і GPS/SDCM, а також коефіцієнти корекції, які є функцією, зворотною затримці іоносферного вертикального сигналу TEC (VTEC). Оцінено точність у формі похибок позиції та середньоквадратичних похибок (RMS). Був використаний алгоритм фільтра Калмана для покращення помилок позиції та середньоквадратичних помилок. Розроблений алгоритм стосується визначення точності позиціонування РО за BLh (В-широта, L-довгота, h-еліпсоїдна висота) еліпсоїдальних координат. Алгоритм перевірено на кінематичних даних глобальної системи позиціонування/супутникової системи доповнення (GPS/SBAS), записаних приймачем глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS).

Запропонований алгоритм дозволив підвищити точність позиціонування РО з 4% до 57% після фільтрації Калмана. Натомість у другому випадку точність позиціонування РО зросла з 6% до 42%

В останні роки помітно зросла кількість рухомих об'єктів (РО), які експлуатуються та одночасно використовуються в різних видах діяльності [1, 2, 3]. Це має наслідки для покращення позиціонування та навігації РО в реальному часі [4, 5, 6], що, у свою чергу, впливає на безпеку виконання завдань [7]. В аспекті позиціонування РО в навігації великі можливості

відкриває технологія глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) [8]. У цьому сенсі його використовують для визначення положення, а також інших навігаційних параметрів руху РО, таких як швидкість або орієнтація в просторі [9].

Для вимірювань GNSS використовують як методи абсолютного позиціонування, так і диференціальні методи [6]. Переважна більшість приймачів GNSS, встановлених на платформах РО, є одночастотними приймачами, призначеними для абсолютного позиціонування. Слід зазначити, що це в основному для позиціонування за частотним кодом L1 у навігаційних системах GNSS. В цьому випадку для визначення положення РО під час руху зазвичай використовується метод абсолютного позиціонування в одній точці (SPP) [10].

Проблемою цього методу позиціонування є низька точність визначених користувачем координат [11, 12]. Тому стає необхідною розробка алгоритмів для покращення позиціонування на основі коду для РО. Слід зазначити, що дуже цікавим перспективним є рішенням позиційної навігації в методі коду SPP та використання поправок супутникової системи посилення (SBAS) [13, 14, 15]. Таке рішення дозволяє підвищити параметри якості позиціонування GNSS, тобто доступність, безперервність, точність і цілісність [16, 17, 18].

2.1 Аналіз методів підвищення точності позиціонування GPS

Аналіз сучасного стану обмежується представленням огляду літератури з обговорюваної теми для Європейської геостационарної служби навігації (EGNOS) і Системи диференціальних корекцій і моніторингу (SDCM) [19, 20, 21], як систем доповнення SBAS.

Основна увага зосереджена на дослідницьких статтях, які демонструють моделювання іоносферної корекції з рішення EGNOS або SDCM та її вплив на визначення положення користувача. У загальній схемі кожна модель іоносфери SBAS визначається регулярною сіткою з просторовою роздільною

здатністю $5^{\circ} \times 5^{\circ}$. У кожній точці цієї сітки іоносферна поправка виражається коефіцієнтом VTEC [15] або, еквівалентно, може бути визначена параметром вертикальної помилки іоносфери сітки (GIVE) [22, 23, 24]. У наукових роботах можна знайти численні приклади використання систем доповнення EGNOS або SDCM для моделювання іоносферної корекції або її застосування для супутникового позиціонування GNSS.

У роботі [25] показано вплив збурення іоносфери з моделі EGNOS на визначення параметрів якості позиціонування GNSS. Дослідження показує, що чим вище значення VTEC, тим гіршими стають параметри якості позиціонування GNSS. З іншого боку, у роботі [26] виміряно значення параметрів VTEC і GIVE з моделі іоносфери EGNOS під час виконання бортового експерименту. У наступній роботі [27] представлена схема визначення іоносферної поправки за допомогою системи доповнення EGNOS з прив'язкою до системи навігації GPS. У наступній статті [28, 29] були розглянуті різні аспекти дослідження, що стосуються моделювання іоносферних збурень за допомогою системи доповнення EGNOS. В іншій роботі [30, 31] представлено вплив обраних моделей іоносфери, тобто моделі Клобучара, моделі EGNOS і моделі NeQuick, на точність визначення координат опорної станції під час виникнення геомагнітної бурі в іоносфері. Подібне дослідження було виконано в роботі [32, 33], де вплив моделей іоносферної затримки від GPS, Galileo (Європейська навігаційна супутникова система), EGNOS і BeiDou (Китайська навігаційна супутникова система) на точність визначення положення РО під час тестового руху був показано.

Дуже цікаве дослідження в статті [34, 35], де автори представили метод визначення параметрів цілісності горизонтального рівня захисту (HPL) і вертикального рівня захисту (VPL) з іоносферною корекцією EGNOS.

Модель глобальної іоносфери GIM, з іншого боку, виявилася ефективною в процедурі наближення GNSS за допомогою неточного руху по маршруту (NPA). Дослідження іоносферної поправки в східній Європі

показано в роботі [36, 37, 38], де порівнюються результати VTEC за моделлю EGNOS і NeQuick 2. Різниця в значеннях VTEC не перевищує 1,5 TECU, що показує гарну відповідність обох моделей іоносфери для східноєвропейського регіону та можливість адаптації параметра VTEC з іншої моделі іоносфери для розширення EGNOS система.

У статті [39] показано вплив обраних моделей корекції іоносфери, в тому числі з моделі EGNOS, на визначення положення РО. Було виявлено, що модель іоносфери EGNOS дає подібні результати до глобальної моделі іоносфери GIM. Подібне дослідження було проведено в статті [40, 41], де наведено результати точності позиціонування РО в контексті визначення коефіцієнта VTEC з моделі іоносфери EGNOS. У статті [42, 43, 44] показано, як іоносферна поправка впливає на моніторинг і відстеження GNSS-спостережень за допомогою станцій моніторингу цілісності дальності EGNOS (RIMS), розташованих у північній частині Європи.

У цьому контексті подібне дослідження було проведено в роботі [45], яка спостерігала за сцинтиляційними змінами в іоносфері на основі моделі EGNOS для вибраних станцій RIMS. Важливе дослідження також було показано в статті [46], в якій значення іоносферної затримки з моделей GPS, Galileo та EGNOS порівнювалися з моделлю глобальної іоносфери GIM з IGS. Слід зазначити, що дослідження показує вплив іоносферної затримки на визначення інструментальних похибок DCB (зміщення диференційного коду).

Публікація [47] описує концепцію визначення іоносферної затримки з моделі EGNOS на основі двочастотних спостережень SBAS. Це надзвичайно цікаве рішення, яке де-факто стосуватиметься майбутнього EGNOS та подальшої роботи космічного сегменту. З іншого боку важливість моделі іоносфери EGNOS для процедури підходу SBAS APV.

Дослідження іоносферної поправки в східній Європі показано в роботі [48], де порівнюються результати VTEC за моделлю EGNOS і NeQuick 2.

Різниця в значеннях VTEC не перевищує 1,5 TECU, що показує гарну відповідність обох моделей іоносфери для східноєвропейського регіону та можливість адаптації параметра VTEC з іншої моделі іоносфери для розширення EGNOS система. У статті [49] показано вплив обраних моделей корекції іоносфери, в тому числі з моделі EGNOS, на визначення положення РО. Було виявлено, що модель іоносфери EGNOS дає подібні результати до глобальної моделі іоносфери GIM. Подібне дослідження було проведено в статті [50], де наведено результати точності позиціонування РО в контексті визначення коефіцієнта VTEC з моделі іоносфери EGNOS.

Як показує аналіз літературних джерел, дуже мало наукових робіт присвячено визначенню іоносферної поправки з моделі SDCM. Примітно, що в роботах [51, 52] наведено результати іоносферної затримки під час випробувань. Згодом у роботі [53] були представлені значення корекції іоносфери від SDCM, EGNOS, геодоповненої навігації з допомогою GPS (GAGAN), широкозонної системи доповнення (WAAS) і багатофункціональної супутникової системи доповнення (MSAS) для вибраних опорних станцій IGS.

З представленого аналізу сучасного стану зроблено наступні висновки:

- проблема моделювання іоносфери корекція від моделі EGNOS та/або SDCM надзвичайно важлива в контексті навігаційних застосувань,
- як показує література, дослідження впливу іоносферної корекції EGNOS та/або SDCM на визначення положення рухомого об'єкта також надзвичайно важливі в транспорті,
- отримані результати іоносферної затримки VTEC від рішення EGNOS та/або SDCM демонструють високу конвергенцію з моделлю глобальної іоносфери GIM від IGS, що дозволяє їх універсальне застосування в навігаційних і геодезичних програмах,
- модель іоносфери SBAS (EGNOS та/або SDCM) неодноразово використовувалася для аналізу та оцінки точності позиціонування

рухомого об'єкта,

2.2 Корекція іоносфери SBAS у GPS позиціонуванні РО

Як показує поточний стан знань у галузі досліджень, використання корекції іоносфери SBAS у позиціонуванні РО стає сьогодні основним стандартом аналізу стану іоносфери у вимірах GNSS. Тому вкрай важливо вивчити вплив іоносферної корекції на сам процес позиціонування користувача і, водночас, на точність позиціонування.

З літератури ми бачимо, що для точності позиціонування GPS/SBAS в навігації в основному використовується єдине рішення GPS/EGNOS або GPS/SDCM. З цієї точки зору видається важливим розробити математичну комбінацію для визначення точності позиціонування за допомогою даних EGNOS і SDCM.

Відповідно, у цій статті пропонується новинка як розробка алгоритму інтеграції моделі позиціонування $GPS/EGNOS + GPS/SDCM$ з використанням модифікованих вагових коефіцієнтів. У цьому сенсі вагові коефіцієнти вимірювань були прийняті як величина, зворотна іоносферній затримці, визначеній окремо від EGNOS і SDCM та GPS/EGNOS+GPS/SDCM, сама модель позиціонування була заснована на алгоритмі моделі середньозваженого. Розроблено запропоновані алгоритми для дослідження точності визначення еліпсоїдальних координат BLh для технології позиціонування РО

Фільтр Калмана використовувався в аналізі точності з метою підвищення точності позиціонування GPS/ EGNOS+GPS/SDCM. Як ми вже зазначали, методологія використовує алгоритм середньозваженої моделі для рішення GPS/ EGNOS+GPS/SDCM, який базується на єдиному рішенні $GPS+EGNOS$ і $GPS+SDCM$. У свою чергу, координати положення в одному GPS/EGNOS (або GPS/SDCM) рішенні визначаються методом

найменших квадратів з використанням методу коду SPP. Отже, визначені координати можуть містити викиди вимірювань.

Використання фільтра Калмана усуває випадкові помилки та згладжує координати відносно опорного положення руху в часовому ряду. Таким чином, використання фільтра Калмана слід розуміти в контексті покращення результатів відносно рішення за методом найменших квадратів.

2.3 Методи підвищення точності GPS та GNSS

Схема методології підвищення точності показана на рисунку 1. Спочатку реєструються супутникові дані GNSS, тобто дані GPS та дані ефемерид, а також поправки від системи доповнення EGNOS та SDCM відповідно. На основі даних GPS+SBAS, зібраних бортовим приймачем GNSS, позиція РО визначається за допомогою алгоритму кодового методу SPP [54]. Визначене положення РО у вигляді еліпсоїдальних координат BLh визначається з інтервалом 1 с для всіх зареєстрованих епох вимірювання [55].

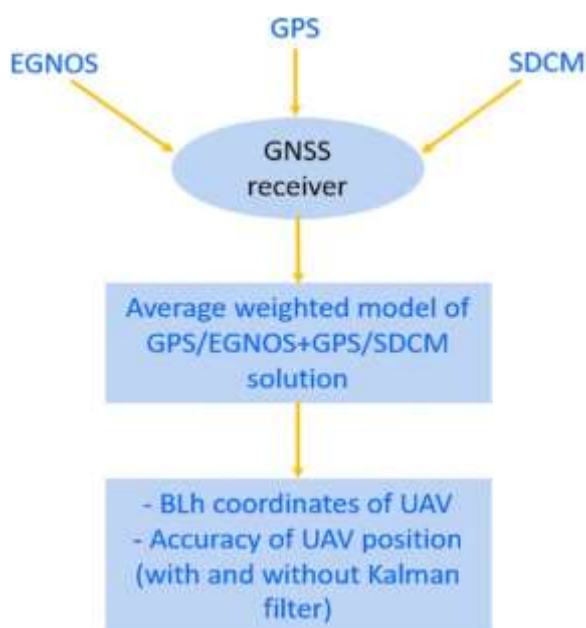


Рисунок 2.1 –Блок-схема методології дослідження точності позиціонування

Такий сценарій реалізовано в єдиному кінематичному рішенні GPS+SBAS, такому як GPS+EGNOS або GPS+SDCM. Однак, маючи дані корекції EGNOS та SDCM, можна розробити алгоритм для інтегрування

визначення позиції на основі середньозваженої моделі [56], як показано на рисунку 1.

У цьому випадку необхідно використовувати відповідні вимірювальні коригуючі коефіцієнти в середньозваженій моделі для спільного рішення позиціонування GPS/EGNOS+GPS/SDCM. Отже, використовувані вимірювальні коефіцієнти матимуть вирішальний вплив на значення визначених координат положення РО в рішенні GPS/EGNOS+GPS/SDCM.

Пропонується використовувати вимірювальні коефіцієнти як функцію іоносферної затримки SBAS. Тоді основне рівняння спостережень у моделі середньозваженого у спільному розв'язанні позиції GPS/EGNOS+GPS/SDCM матиме вигляд:

$$\begin{cases} B_m = \frac{A1 \cdot B_{G/E} + A2 \cdot B_{G/S}}{A1 + A2} \\ L_m = \frac{A1 \cdot L_{G/E} + A2 \cdot L_{G/S}}{A1 + A2} \\ h_m = \frac{A1 \cdot h_{G/E} + A2 \cdot h_{G/S}}{A1 + A2} \end{cases} \quad (2.1)$$

Поправочний коефіцієнт для $RMS\Delta h = \sqrt{N}$.

EGNOS, ION – поправочний коефіцієнт для SDCM, IONE – значення іоносферної затримки з моделі EGNOS,

IONS – значення іоносферної затримки з моделі SDCM, (BG/E, LG/E, hG/E) – позиція РО з рішення GPS/EGNOS, (BG/S, LG/S, hG/S) – позиція РО з рішення GPS/SDCM.

Параметри іоносферної затримки SBAS (IONE, IONS) будуть виражені коефіцієнтом VTEC, який визначає вміст електронів в іоносфері на шляху супутникового сигналу від супутника до приймача GNSS. Значення коефіцієнта VTEC визначається окремо від системи EGNOS і SDCM. Тоді вимірювальні коефіцієнти (A1, A2) будуть відповідно:

$$\begin{cases} A1 = \frac{1}{ION_E} = \frac{1}{VTEC_E} \\ A2 = \frac{1}{ION_S} = \frac{1}{VTEC_S} \end{cases} \quad (2.2)$$

У свою чергу, рівняння 1 набуде вигляду:

$$\begin{cases} B_m = \frac{\frac{1}{VTEC_E} \cdot B_{G/E} + \frac{1}{VTEC_S} \cdot B_{G/S}}{\frac{1}{VTEC_{EGNOS}} + \frac{1}{VTEC_{SDCM}}} \\ L_m = \frac{\frac{1}{VTEC_E} \cdot L_{G/E} + \frac{1}{VTEC_S} \cdot L_{G/S}}{\frac{1}{VTEC_{EGNOS}} + \frac{1}{VTEC_{SDCM}}} \\ h_m = \frac{\frac{1}{VTEC_E} \cdot h_{G/E} + \frac{1}{VTEC_S} \cdot h_{G/S}}{\frac{1}{VTEC_E} + \frac{1}{VTEC_S}} \end{cases} \quad (2.3)$$

Рівняння 2.3 є базовою математичною моделлю для визначення положення РО відповідно до наданого методу тестування. Далі на блок-схемі визначається точність позиціонування РО у вигляді похибок позиціонування та середньоквадратичних похибок для всіх компонентів BLh. Похибки положення визначаються за співвідношенням:

$$\begin{cases} \Delta B = B_m - B_r \\ \Delta L = L_m - L_r \\ \Delta h = h_m - h_r \end{cases} \quad (2.4)$$

де: (ΔB , ΔL , Δh) – точність позиціонування РО [37, 47], (B_r , L_r , h_r) – опорні координати РО з рішення PPK (post processing kinematic).

У свою чергу, середньоквадратичні похибки були розраховані відповідно до співвідношення:

$$\begin{cases} RMS\Delta B = \sqrt{\frac{[\Delta B^2]}{N}} \\ RMS\Delta L = \sqrt{\frac{[\Delta L^2]}{N}} \\ RMS\Delta h = \sqrt{\frac{[\Delta h^2]}{N}} \end{cases} \quad (2.5)$$

де: (B , L , h) – кінцеве положення РО, ($A1, A2$) – поправочні коефіцієнти, $RMS\Delta B$, $RMS\Delta L$, $RMS\Delta h$ – середньоквадратична похибка для кожної осі координат BLh, N – загальна кількість спостережень.

Рівняння 2.4–2.5 є обчислювальними алгоритмами для визначення точності позиціонування РО за допомогою спільного рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM. Крім того, параметри (ΔB , ΔL , Δh) будуть

визначені для кожної епохи вимірювання під час руху РО. У свою чергу, параметри $RMS\Delta B$, $RMS\Delta L$, $RMS\Delta h$ будуть визначені як єдине результуюче значення похибки позиції для всіх зареєстрованих епох вимірювання. На цьому етапі можливе використання фільтра Калмана з метою підвищення точності позиціонування РО із спільного рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM.

Фільтр Калмана — це двоетапний математичний алгоритм, який складається з етапу прогнозування (оновлення часу) та етапу корекції (оновлення вимірювань). Рівняння на етапі прогнозування можна записати так:

$$\begin{cases} \bar{x}(k) = G \cdot x(k-1) \\ \bar{P}(k) = G \cdot P(k-1) \cdot G^T + Q(k) \end{cases} \quad (2.6)$$

де: G — матриця коефіцієнтів, $x(k-1)$ — оцінені значення визначених апіорних параметрів з попереднього кроку, $P(k-1)$ — оцінені значення апіорної коваріаційної матриці з попереднього кроку, $x(k)$ — прогноз вартості стану, $P(k)$ — прогнозовані значення коваріаційної матриці, $Q(k)$ — коваріаційна матриця шумового процесу, $(k-1)$ — попередня епоха вимірювання, k — поточна епоха вимірювання.

У свою чергу, математичні рівняння на етапі корекції можна записати так:

$$\begin{cases} K(k) = \bar{P}(k) \cdot H^T \cdot (H \cdot \bar{P}(k) \cdot H^T + PR)^{-1} \\ x(k) = \bar{x}(k) + K(k) \cdot (z - H \cdot \bar{x}(k)) \\ P(k) = (I - K(k) \cdot H) \cdot \bar{P}(k) \end{cases} \quad (2.7)$$

де: PR — коваріаційна матриця вимірювання, H — матриця часткових похідних, $K(k)$ — матриця підсилення Калмана, z — вектор вимірюваних величин, I — одинична матриця, $x(k)$ — апостериорна оцінка вектора стану, $P(k)$ — апостериорна коваріаційна матриця визначених параметрів.

Для цілей реалізованих розрахунків у досліджуваному випадку в процесі фільтрації Калмана були прийняті такі граничні значення:

$$\text{parameter } G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\text{parameter } P(k-1) = \begin{bmatrix} 10^1 & 0 & 0 \\ 0 & 10^1 & 0 \\ 0 & 0 & 10^1 \end{bmatrix} \text{ m}^2,$$

$$\text{parameter } Q(k) = \begin{bmatrix} 10^{-2} & 0 & 0 \\ 0 & 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 10^{-2} \end{bmatrix} \text{ m}^2$$

на основі матриці $Q(k)$ значень шуму процесу $W_k = 0,1$ м вздовж окремих осей координат BLh,

$$\text{parameter } H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\text{parameter } PR = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} \text{ m}^2,$$

на основі матриці PR значення шуму моделі спостереження становлять $V_k = 1,75$ м для окремих компонент позиції BLh, у цьому випадку розподіл похибок вимірювання має білий шум,

$$\text{parameter } z = \begin{bmatrix} \Delta B \\ \Delta L \\ \Delta h \end{bmatrix} \text{ m.}$$

Застосували стандартний фільтр Калмана для моделі лінійної системи, для покращення визначення позицій та їхньої точності, що має вирішальне значення відповідно до рекомендацій ICAO SB AS та сертифікації. Для визначення швидкості, можна застосувати розширений фільтр Калмана (EKF).

Відповідно до блок-схеми на малюнку 1, представлена процедура розрахунку виконується паралельно для всіх 3 компонентів BLh під час позиціонування GPS/ EGNOS+GPS/SDCM. Вхідними даними для розрахунків точності є задані користувачем координати та опорні координати руху. Похибки положення та середньоквадратичні помилки потім визначаються на основі рівнянь 4-7. Це забезпечить остаточну точність позиціонування GPS/EGNOS+GPS/SDCM з використанням фільтрації Калмана та без нього.

На основі цього можна буде надалі порівнювати отримані результати точності позиціонування GPS/SBAS. Зазначена таким чином математична модель призначена для покращення кінцевого позиціонування РО точність на основі даних вимірювань від двох систем підтримки SBAS. Функціонування алгоритму було перевірено в двох незалежних експериментах руху РО.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Використання GPS-трекерів

Застосування GPS-трекерів дає змогу визначати місцезнаходження об'єктів у режимі реального часу. Обчислені координати відображаються на карту у смартфоні або комп'ютері. Дана інформація дозволяє визначати та проводити аналіз маршрутів руху об'єкту спостереження.

Завдяки наявності тривожної кнопки «SOS» є можливість залишатися на зв'язку та прийти на допомогу. Сучасні можливості геопозиціонування дозволяють визначати розташування приладу з високою точністю до трьох метрів незалежно від того, наскільки далеко він знаходиться.

GPS-трекери не можна назвати новинкою на ринку, так як вони вже досить давно використовуються не тільки різними компаніями, але і звичайними людьми. Пропоновані виробниками моделі, що відрізняються функціональними можливостями та ціною, здатні задовольнити потреби різних цільових аудиторій.

Найпоширенішим випадком є використання GPS-трекера в якості пристрою запобігання крадіжки автомобіля. Маючи компактні розміри, трекери дозволяють встановлювати їх у салон автомобіля таким чином, що вони практично непомітні для стороннього ока. Для того, щоб у разі викрадення автомобіля отримувати сигнал на телефон або інший пристрій, потрібно просто запрограмувати його певним чином. Але якщо все-таки ваш автомобіль вже рухається дорогою під чужим керуванням, то відстеження його розташування значно полегшить процес повернення вашої машини.

Для порятунку GPS-трекери надійні помічники. Вони здатні не лише допомогти визначити координати постраждалої людини, а й записувати пройдений маршрут і звуки, працювати як «чорна скринька».

Основну частку з компаній, які у своїй діяльності щодня користуються GPS-трекерами, представляють компанії, що надають послуги з міжнародних

та міжміських вантажних перевезень. Вимога клієнтів, знати в якій точці знаходиться вантаж, в даний момент стає цілком природним і реалізованим. Якщо на автомобіль, контейнер або бандероль встановити трекер, який відправлятиме сигнал про місцезнаходження автомашини, то при використанні програмного забезпечення, вантажоодержувач, так само як і відправник вантажу матиме цю інформацію в режимі он-лайн. Для цього кожен вантаж має спеціальний код. Зайшовши на сайт і набравши спеціальний код, на карті моментально відображається точка знаходження вантажу.

GPS-трекер полегшує менеджерам процес контролю над своїми водіями. Маючи на борту автомобіля такий пристрій, водієві буде складно без особливих причин змінити маршрут або просто зупинитися для відпочинку.

Для бухгалтерів або постачальників використання цієї системи також приносить помітне полегшення в роботі, оскільки система контролю за витратою бензину дозволяє робити оптимальні закупівлі палива або розраховувати собівартість вантажоперевезення цим маршрутом.

3.2 Навігаційні системи, структура системи GPS, сфери застосування.

Інтенсивний розвиток космонавтики дозволив створити супутникові методи визначення координат, у яких замість нерухомих геодезичних пунктів використовують супутники, що рухаються по орбіті, координати яких можна визначити для будь-якого моменту часу. В даний час існують наступні супутникові навігаційні системи:

- Американська Global Positioning System (GPS);
- Американська Navigatton System with Time And Ranging (NAVSTAR);
- Європейська навігаційна супутникова система Galileo;
- Японська навігаційна, регіональна система – Quasi-Zenith Satellite System (QZSS);

- Китайська система навігації BeiDou;
- ГЛОНАСС (Глобальна Навігаційна Супутникова Система).

Наприкінці 70-х у СРСР було створено супутникову навігаційну систему «Цикада», а США — систему «Транзит». Основними споживачами навігаційної інформації були військові та флот. На базі цих систем пізніше були створені навігаційні системи нового покоління GPS та ГЛОНАСС. Запуск першого американського навігаційного супутника системи GPS, NAVSTAR було зроблено 1978 р., система ГЛОНАСС почала формуватися із запуску трьох супутників 1982 р. На той час на орбітах навколо Землі оберталося вже шість американських супутників. Саме з них були отримані перші вражаючі результати геодезичних вимірів. У 1982 р. у Массачусетському інституті технологій (США) було створено дослідницьку групу під керівництвом Чарльза Кунселмана. До неї входили Єгуда Бок, Роберт Кінг, Джеймс Коллінз, Альфред Лейк та ін. Ця група провела випробування прототипу приймача «Macrometr», розробленого Ч. Кунселманом. При статичних вимірах базових ліній у сеансах кілька годин було досягнуто відносні помилки, рівні $(1-2) \cdot 10^{-6}$. Згодом А. Лейк напише у своїй книзі: «Це було шокове відкриття. Несподівано з'явилася вимірювальна система, здатна перевершити точність традиційних першокласних геодезичних мереж».

Протягом 1983 – 1984 рр. зйомки із приймачем Macrometr V-1000 довели спроможність GPS технологій. Групою вчених Массачусетського інституту технологій було створено мережу згущення 1-го класу з 30 станцій у районі Ейфель провінції Північний Рейн-Вестфалія у Західній Німеччині. На початку 1984 - мережа згущення в окрузі Монтгомері (штат Пенсільванія, США). В обох випадках точність вимірювань була на рівні $10^{-6} \div 2 \cdot 10^{-6}$ при довжинах близько 10 км. і перевищувала точність існуючих мереж.

У 1984 р. супутникова технологія була використана в Стенфордському університеті (Каліфорнія) при створенні високоточної інженерної мережі для

будівництва лінійного прискорювача. Звичайні вимірювання кутів та відстаней були об'єднані з GPS спостереженнями базових ліній. При цьому було досягнуто міліметрової точності, підтвердження порівнянням з лазерним трасуванням прискорювача, що відтворював пряму лінію до 0,1 мм.

В 1984 Бенджамін Ремонді виклав теоретичні основи GPS вимірювань. Їм була розроблена технологія кінематичних вимірювань. Перший вид вимірів став називатися безперервною кінематикою, а другий кінематикою «стій-іди».

У 1993 р. система GPS була повністю розгорнута. Витрати на її реалізацію перевищили 15 млрд доларів США. Спочатку обидві системи (ГЛОНАСС і GPS) передбачалося використовувати під час вирішення навігаційних завдань переважно військових цілей, але дослідження показали можливість їх геодезичного застосування, тобто визначення координат з високою точністю; $m = 5 \text{ мм} + D \cdot 10^{-6}$, де D – відстань в км між опорною точкою (з відомими координатами) і точкою, яка визначається; m – середня квадратична помилка визначення прирощень координат.

Успіх радіонавігаційних систем у тому широкомасштабному використанні повністю полягає у революції, яку справило використання інтегральних схем. Це зробило приймачі легкими, компактними і набагато дешевше. Перші GPS-приймачі, призначені для супутникового позиціонування, були введені в середині 1980-х років. і коштували понад \$100 000. Зараз приймачі з набагато вищими можливостями коштують менше ніж \$10 000. Наприкінці 1980-х років. тільки сподівалися, що виробники GPS приймачів зможуть виробляти їх для масового ринку хоч би за \$2 000. Проте цінові бар'єри впали досить швидко. Вже 1992 р. було виготовлено ручний GPS приймач, який коштував менше \$1 000. У 1997 р. GPS індустрія взяла ціновий бар'єр \$100, запропонувавши кишеньковий приймач. У 2000 р. ручний годинник з GPS приймачем коштували всього \$500.

В даний час на ринку знаходяться сотні моделей приймачів. Вважається, що з 1997 р. щорічно виробляється понад мільйон приймачів. За оцінками Міністерства торгівлі США, обсяг продажу апаратури та послуг з GPS у 2003 р. перевищить \$16 000 000 000. Супутникові системи стають частиною нашого повсякденного життя та суттєвим елементом комерційної та громадської інфраструктури. За останні 20 років було зроблено кілька поколінь приймачів, заснованих на новіших технологіях.

Таблиця 3.1 – Перші геодезичні GPS приймачі

Назва, фаза	Виробник, рік, код	Спостереження	Розміри, маса
Macrometer V-1000	«Матрометрікс», Litton Aero Service, 1982	L1, безкодовий	69*53*64 см, 45 кг; антена 91*91*16 см, 16 кг
T1-4100	«Тексас Інструментс», 1982	L1, L2, P	38*46*20 см, 25 кг; антена 28*18, 2кг

3.3 Складові навігаційної системи GPS

Систему навігаційної системи GPS можна розділити на три сегменти:

1. Космічний сегмент (штучні супутники землі).
2. Сегмент управління (мережа наземних станцій управління та контролю).
3. Користувачі (споживачі).

Космічний сегмент.

У систему супутників має входити 24 діючі штучні супутники землі (ШСЗ) та 4 запасні, які обертаються навколо Землі на орбіті на висоті приблизно 20200 км. Час повного обороту супутника навколо Землі – 12год. Запасні ШСЗ дозволяють амінити сателіт, котрий вийшов із ладу.

Орбіти ШСЗ обрані так, щоб із будь-якого пункту можна було приймати сигнали найменше, ніж із 4 супутників. Супутники системи постійно удосконалюються і тому їх ділять кілька блоків.

На орбіті кожної з площин повинні обертатися на рівних відстанях по 4 ШСЗ. Починаючи з другого блоку, вони мають пристрої, які дозволяють створення сигналів.

Кожен супутник другого та наступних блоків має ідифікатор, який складається з однієї літери, що позначає площину орбіти (A, B, C, D, E, F) та цифри, яка визначає стан супутника на орбіті (1,2,3,4). Так, 1 супутник другого блоку має ідентифікатор E1. Додатково застосовують ідентифікатори, за порядковим номером пуску ШСЗ системи.

Сегмент управління.

- Master Control Station, головний центр управління ШСЗ, знаходиться в Colorado Springs, військова база Шпрівер.
- Ground Control Station, GCS, основна станція управління, розміщена на Гавайських островах.
- Monitor Station, стаціонарні станції контролю. Вони знаходяться на о.Вознесіння у Атлантичному океані; о.Дієго-Гарсія в Індійському та о.Кваджалів у Тихому океані.
- Пересувні контрольні станції.

Станції сегмента управління перебувають на поверхні Землі на великих відстанях одна від одної.



Рисунок 3.1 – Схема розташування станцій сегмента управління GPS.

Сегмент користувача.

Приймачі GPS сигналів. Будь-який користувач, що має GPS-приймач, може використовувати GPS сигнали. На початку GPS приймачі використовувалися в основному для визначення розташування та навігації. Тепер GPS приймачі використовуються для вирішення найрізноманітніших високоточних завдань на землі, у небі та на морі.

3.4 Області застосування навігаційних систем

Навігаційні системи застосовуються в різноманітних сферах діяльності. Вони дозволяють створювати та оновлювати бази даних географічних інформаційних систем (ГІС) для різних дисциплін. Зокрема, навігаційні технології широко використовуються в управлінні природними ресурсами, розвитку інфраструктури, контролі міського господарства, а також у сільському господарстві й соціальних науках. Інформацію про географічне положення, час та додаткові дані можна зібрати під час переміщення по суші, воді чи в повітрі над об'єктом інтересу.

Природні ресурси.

Фахівці, які займаються дослідженнями в сфері природних ресурсів, такі як геологи, географи, лісники та біологи, активно використовують GPS-картографічні системи для фіксації GPS-координат та збору додаткової інформації про об'єкти дослідження. Наприклад, лісники можуть реєструвати такі характеристики лісів, як вік, стан, кількість та тип деревост. Вони також здійснюють зйомку територій, що підлягають вирубці або посадці дерев.

Біологи проводили моніторинг ареалів розселення диких тварин, маршрутів їх міграції, а також чисельності популяцій та іншої важливої інформації. Використання GPS-технологій сприяє збору даних про типи ґрунтів, що в поєднанні з тривимірними моделями територій дозволяє

визначати окремі шари та аспекти місцевості, які потребують спеціалізованого управління.

Крім того, GPS-технології застосовуються для картографування розташування колодязів та інших джерел води, фіксації розмірів та стану озер, а також для реєстрації ареалів поширення риби і диких тварин, а також аналізу змін берегової лінії, польових угідь і кліматичних зон.

Додатки навігаційних систем у сфері міського господарства

Навігаційні системи знаходять широкий застосунок у сфері міського господарства, зокрема в контролі транспортних потоків і моніторингу інфраструктури комунального господарства. Вулиці та проспекти можуть бути оцифровані під час переміщення, при цьому здійснюється запис GPS-координат, що дозволяє оцінити стан доріг та виявляти небезпечні ділянки, які потребують ремонту.

GPS-технології виявляються надзвичайно ефективними при обстеженні каналізаційних, газових та водних трубопроводів, а також електричних і телефонних ліній. Інфраструктура, така як кришки колодязів і пожежні гідранти, картографується як точки з відповідною атрибутивною інформацією, що полегшує управління та обслуговування цих об'єктів.

Використання GPS дозволяє аварійним бригадам та ремонтним службам здійснювати навігацію безпосередньо до місця аварії комунікацій. Час прибуття та відправлення бригад фіксується, доповнюючи інформацію коментарями та планами виконання сервісних робіт. Додатково, завдяки GPS можна проводити обстеження земельних ділянок, територій, де відбуваються будівельні роботи, а також об'єктів громадського користування, таких як вулиці та заводи. Таким чином, застосування навігаційних систем значно підвищує ефективність управління міською інфраструктурою та безпекою.

Застосування GPS у сільському господарстві

GPS-картографічні системи виконують важливу роль у деталізації характеристик агрономічних ділянок, що знаходяться під інтенсивним

сільськогосподарським обробітком. За їх допомогою можна точно прив'язати такі риси, як мікроклімат, тип ґрунту, ділянки, вражені багаточисельними шкідниками або захворюваннями, обсяги зібраної продукції та інші показники до їх просторового розташування.

Інформація про положення тракторів або роботизованих обслуговуючих машин (РО) може бути інтегрована з даними про тип ґрунту, що дозволяє оптимізувати витрати на добрива та хімічні препарати. Це призводить до зменшення витрат на агрохімікати та знижує забруднення природних водних ресурсів цими речовинами.

Додатково, технології GPS надають агрономам суттєву допомогу у створенні та підтримці бази даних, що дозволяє здійснювати аналіз, який у свою чергу оцінює вплив різних методик сільськогосподарських робіт на врожайність продукції. Таким чином, GPS-технології сприяють підвищенню ефективності сільського господарства, забезпечуючи прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Застосування GPS у сфері соціальних наук

Картографічні GPS-системи слугують важливим інструментом для археологів та істориків, які їх використовують для навігації та реєстрації розкопок і історичних місць. Коли дослідники знаходять потрібну точку маршруту, в базу даних географічних інформаційних систем (ГІС) заносяться вичерпні дані про об'єкт, що дозволяє в подальшому відтворити детальну картину минулого на конкретний момент часу.

Яскравим прикладом є дослідження, проведені антропологами в джунглях Венесуели, де вчені досліджували так звані "білі плями" на карті, використовуючи GPS-картографічні системи для реєстрації місць проживання невідомих місцевих племен. Зібране розташування та супутні дані про рівень культурного розвитку допомогли урядовим органам Венесуели створити резервації з метою збереження унікального способу життя та побуту місцевих племен в недоторканності.

Таким чином, застосування GPS-технологій у соціальних науках дозволяє не лише здійснювати точний моніторинг археологічних та антропологічних об'єктів, а й позитивно впливати на збереження культурних і природних ресурсів.

Інші сфери застосування GPS-технологій

GPS-картографічні системи мають широкий спектр застосування у різноманітних сферах, які потребують точної тимчасової прив'язки, координат та іншої атрибутивної інформації. Результати їх роботи виходять за межі простого відображення даних на карті. Положення об'єктів і маркери часу можуть бути передані в програмні пакети для різноманітного моделювання, як, наприклад, при створенні цифрових моделей місцевості (ЦММ).

Інші важливі сфери застосування GPS включають:

Пошук і порятунок: Навігаційні системи допомагають рятувальникам у швидкому знаходженні зниклих людей, завдяки можливості точно визначити місцезнаходження.

Правоохоронні органи: Поліція використовує GPS для моніторингу патрулів, відслідковування підозрюваних та збору доказів у кримінальних справах.

Пожежна безпека: Пожежники можуть швидко орієнтуватися на місцевості під час тушіння пожеж, отримуючи точні координати загрозливих зон.

Землеустрій і геодезія: GPS є основою для точного вимірювання земельних ділянок, що спрощує земельний кадастр і оформлення права власності.

Будівництво: Системи GPS використовуються для контролю за будівельними роботами, забезпечуючи точність у розташуванні будівельних об'єктів.

Транспорт: GPS-технології допомагають у навігації, моніторингу автопарків, оптимізації маршрутів і зниженні витрат пального.

Військова справа: GPS використовується для наведення, планування операцій та моніторингу переміщення військових підрозділів.

Гідрологія та геологія: Вчені використовують GPS для дослідження водних ресурсів, моніторингу змін у природних ландшафтах та розрахунку ризиків природних катастроф.

Таким чином, GPS-технології стали невід'ємним елементом у багатьох галузях, сприяючи підвищенню ефективності та безпеки в різних сферах діяльності.

4 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

4.1 BDS/GNSS Повний модуль позиціонування та навігації серії

ATGM336H-5N

4.1.1 Опис функцій ATGM336H-5N

Серія модулів ATGM336H-5N, розмір упаковки для 9,7 мм X 10,1 мм, є загальним терміном високопродуктивної серії модулів позиціонування та навігації BDS/GNSS. Серія модульних продуктів базується на четвертому поколінні GNSS SOC з низьким енергоспоживанням. єдиний чіп Zhongke micro - AT6558, підтримує різноманітні системи супутникової навігації, включаючи китайську BDS (Beidou супутникова навігаційна система), американська GPS, російська ГЛОНАСС, ЄС Galileo,

Японська система QZSS і вдосконалена супутникова система SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS)). AT6558 - це в одному багаторежимному чіпі супутникової навігації та позиціонування, включаючи 32 канали відстеження, які можуть одночасно приймати GNSS сигнали шести супутникових навігаційних систем і реалізують спільне позиціонування, навігацію та синхронізацію.

Модулі серії ATGM336H-5N мають високу чутливість, низьку потужність, низьку вартість та інші переваги, придатні для навігації автомобіля, портативного позиціонування, переносних пристроїв, і ви можете безпосередньо замінити модулі серії LEA Ublox.

	GPS BDS	ГЛОНАСС	2,7 В~3,6 В	UART1 UART2	Flash TCXO	Виявлення антени	Захист антени від перенапруги	Pre-SAW
ATGM336H-5N-1X	•		•	•	•	•	•	•
ATGM336H-5N-2X		•	•	•	•	•	•	•
ATGM336H-5N-3X	•	•	•	•	•	•	•	•
ATGM336H-5N-5X	•		•	•	•	•	•	•
ATGM336H-5N-7X	•	•	•	•	•	•	•	•

4.1.2 Показники ефективності

- Хороша функція позиціонування та навігації, підтримка BDS/GPS/GLONASS супутникової навігації в одній системі позиціонування та будь-яка комбінація кількох систем спільного позиціонування, також підтримка систем QZSS та SBAS.
- Підтримка A-GNSS;
- Холодний старт - відновлення чутливості: -148 дБм;
- Чутливість відстеження: -162 дБм;
- Точність позиціонування: 2,5 м (СЕР50) ;
- Час до першого виправлення: : 32 с;
- Низька потужність: Безперервна робота <25 мА ($\cong 3,3$ В) ;
- Вбудована функція виявлення антени та захисту від короткого замикання

Примітка 1: наведені вище показники продуктивності застосовуються до ATGM336H-5N-1X, ATGM336H-5N-3X, ATGM336H-5N-5X, Модуль ATGM336H-5N-7X.

4.1.3 Функціональна схема модуля

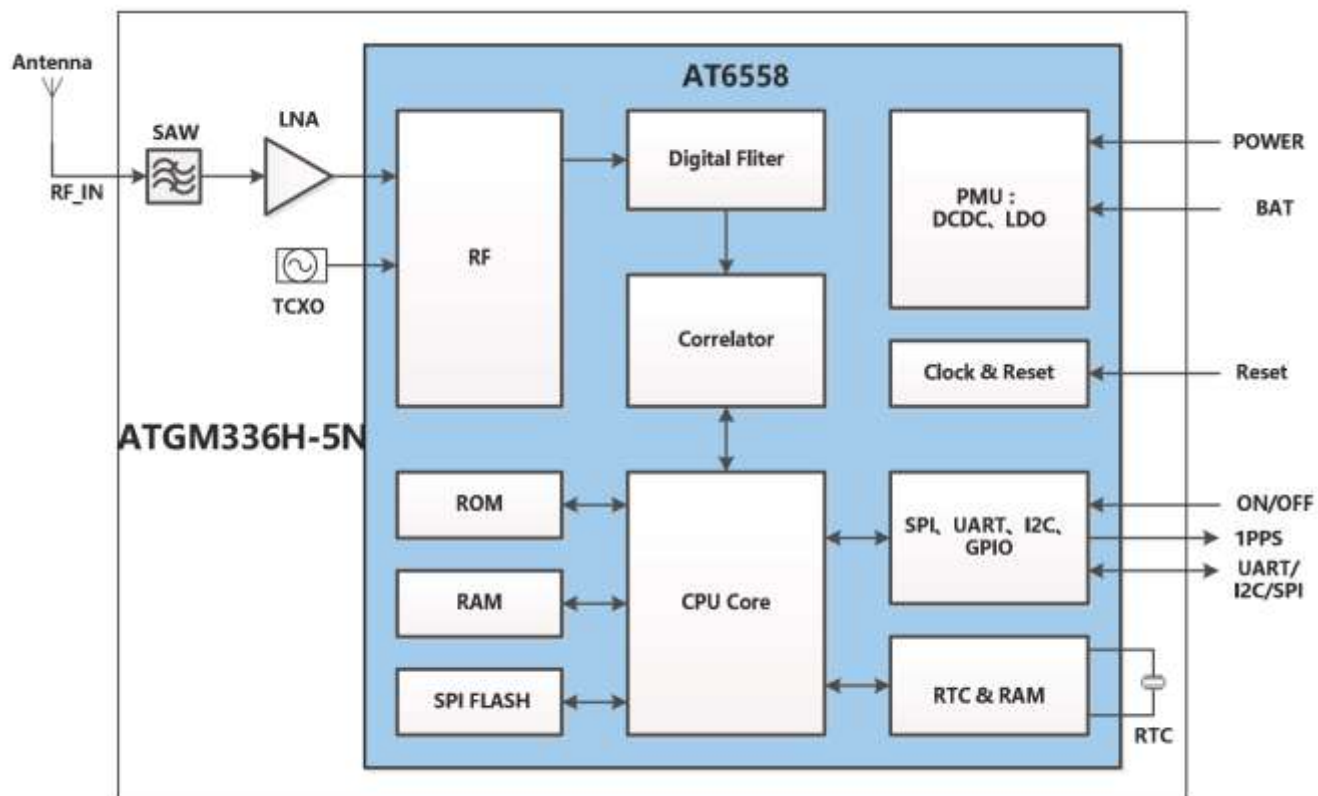


Рисунок 4.1 – Функціональна схема

4.1.4 Застосування продукту

- Позиціонування та навігація автомобіля
- Мобільний телефон, планшетний ПК, кишеньковий пристрій
- Вбудоване обладнання позиціонування
- Носимі пристрої

4.1.5 Допоміжний GNSS (Допоміжний GNSS, AGNSS)

ATGM336H-5N серії/ Усі модулі підтримують функцію GNSS (AGNSS). AGNSS може надати приймачу необхідну допоміжну інформацію, таку як повідомлення, приблизне положення та час. Незалежно від середовища сильного чи слабого сигналу, ця інформація може значно скоротити час позиціонування для першого.

Конкретне використання див. примітку "Рішення AGNSS компанії ZhongKe micro".PPS

ATGM336H-5N серія модуля підтримує точний вихід другого імпульсу, а наростаючий фронт імпульсу узгоджується з часом UTC.

4.1.6 Вихідний протокол

ATGM336H-5N серії модулів через UART як вихід основного вихідного каналу відповідно до формату протоколу NMEA0183. Конкретну інформацію див. у «Специфікації протоколу багаторежимного супутникового навігаційного приймача CASIC».

4.1.7 Flash

Серія модулів ATGM336H-5N оснащена Flash, ви можете оновити функцію позиціонування та алгоритм через онлайн-оновлення. Ця функція конфігурації може дозволити клієнту автономно налаштувати швидкість оновлення, щоб отримати відповідну низьку потужність; може дозволити клієнтам оновлювати останні результати оптимізації глобального багаторежимного позиціонування; може дозволити клієнтам додавати нові функції керування, такі як записи про місцезнаходження, правила географічних парканів, спеціальні формати виводу.

4.1.8 Функція он-лайн оновлення

Серія модулів ATGM336H-5N підтримує протокол онлайн-оновлення ZhongKe micro. Користувачі можуть спілкуватися з модулем на головному комп'ютері відповідно до протоколу оновлення. Нове програмне забезпечення, яке надаватиме ZhongKe micro, оновлюється до модуля, щоб отримати нові функції програмного забезпечення.

Користувачі також можуть використовувати віддалену команду та пристрій дистанційного керування, щоб розпочати процес оновлення, описаний вище, щоб реалізувати віддалене онлайн-оновлення. див. «Протокол он-лайн оновлення модуля ATGM».

4.1.9 Антена

Серія модулів ATGM336H-5N підтримує активну та пасивну антени.

4.1.10 Інструмент хост-комп'ютера

Zhongke micro надає спрощену версію пакета програмного забезпечення "GNSSToolKit" (версія для Windows, версія для Android), яка використовується для визначення місцезнаходження вихідного аналізу та налаштування режиму роботи. Zhongke micro надає програмний пакет «UBF serialport upgrade tool» (версія Win), який використовується для онлайн-інструментів оновлення на основі ПК. Онлайн-програма оновлення на основі обладнання, необхідного для розвитку самих клієнтів.

4.1.11 Технічний опис

Зовнішній вигляд (Одиниця: мм).

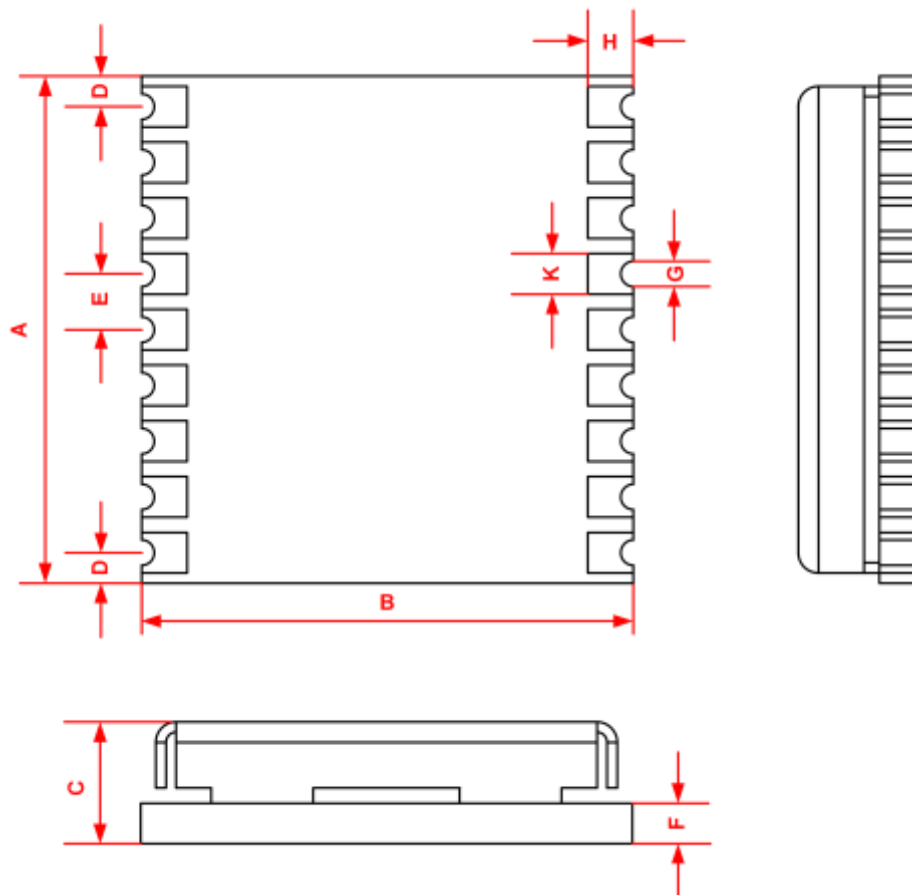


Рисунок 4.2 – Вигляд загальний.

Таблиця 4.1 – Розміри

Символ	Мін.(мм)	Тип (мм)	Макс. (мм)
A	10,0	10.1	10.7
B	9.6	9.7	9.8
C	2.2	2.4	2.6
D	0,55	0,65	0,95
E	1.0	1.1	1.2
F		0,8	
G	0,4	0,5	0,6
H	0,8	0,9	1.0
K	0,7	0,8	0,9

Компонування друкованої плати (Одиниця: мм)

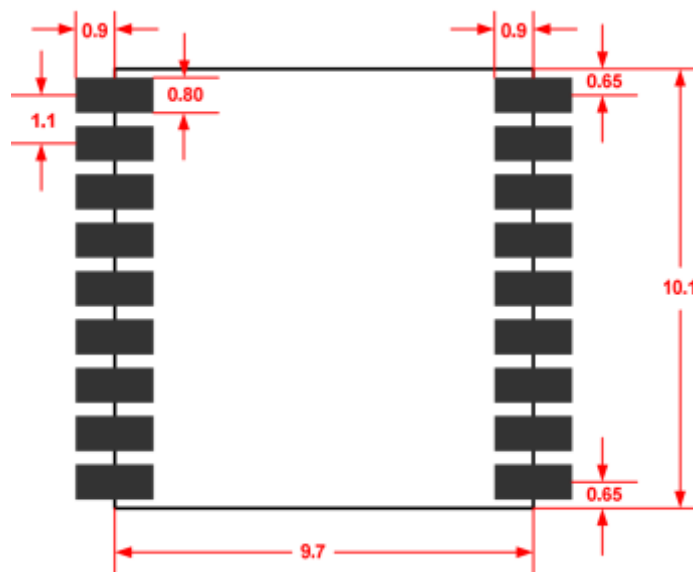


Рисунок 4.3 – Компонування друкованої плати

Схема розташування PIN-выводів

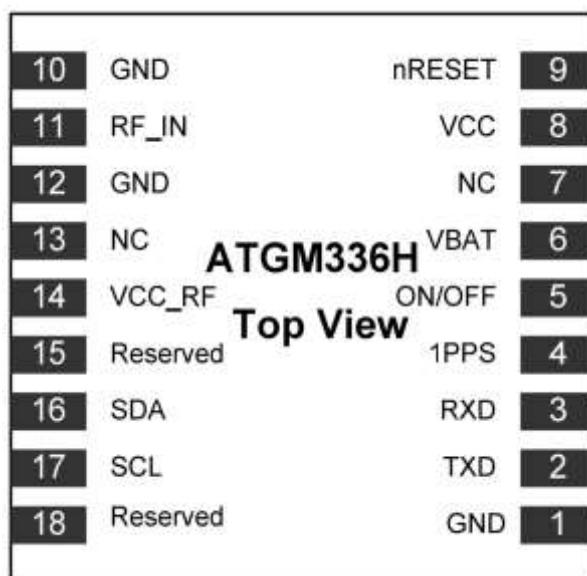


Рисунок 4.4 – Схема розташування PIN

Таблиця 4.2 – Призначення PIN-выводів

Pin №	Ім'я	I/O	Опис	Електричні характеристики
1	GND	I	Земля	
2	TXD	O	Вивід навігаційних даних	NMEA0183протокол
3	RXD	I	Інтерактивне введення команд	Команда конфігурації введення
4	1PPS	O	Вихід другого імпульсу	
5	ON/OFF	I	Контроль відключення модуля, ефективний низький рівень	
6	VBAT	I	Резервне живлення RTC і SRAM	Джерело живлення 1,5 ~ 3,6 В для забезпечення роботи модуля, гарячий старт
7	NC			
8	VCC	I	Вхідна потужність модуля	Постійний струм 3,3 В $\pm$ 10%, 100 мА

9	nRESET	I	Вхід скидання модуля, низький рівень ефективно	Залишається плавати, коли його немає використовувати
10	GND	I	Земля	
11	RF_IN	I	Вхід сигналу антени	
12	GND	I	Земля	
13	NC			
14	VCC_RF	O	джерело вихідного живлення	+3,3 В, джерело живлення для антени
15				Hung
16	SDA	I/O	I2CІнтерфейс даних	Hung
17	SCL	O	I2CІнтерфейс годинника	Hung
18				Hung

Таблиця 4.3 – Електричні параметри

Граничні параметри	Символ	Мін. значення	Макс. значення	одиниця
Блок живлення модуля напруга (VCC)	Vcc	-0,3	3.6	В
Напруга резервного акумулятора (VBAT)	Vbat	-0,3	3.6	В
Напруга цифрового входу	Vin	-0,3	Vcc+0,2	В
Максимально допустимий рівень ESD	VESD(HBM)		2000	В

Таблиця 4.4 – Умови експлуатації

Параметри	символ	Мін. значення	Типове значення	Макс. значення	одиниця
Напруга живлення	Vcc	2.7	3.3	3.6	В
Піковий струм Vcc (не включаючи антену)	Ipeak			100	мА

Резервне живлення	Vbat	1.5	3.0	3.6	B
Резервне живлення (Vbat) струм	Ibat		10		uA
Вхідний PIN-код	Vil			0,2*Vcc	B
	Vih	0,7*Vcc			B
Вихідний PIN	Vol Io=-12 mA			0,4	B
	Box Io=12 mA	Vcc-0,5			B
Вихід на активну антену, напруга	VCC_RF		3.3		B
Струм короткого замикання антени, Живлення від VCC_RF (=3,3 B)	Iant short		50		mA
Струм холостого ходу антени, Живлення від VCC_RF (=3,3 B)	Iant open		3		mA
Підсилення антени	Gant	15		30	дБ

4.1.12 Технічні характеристики

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики

Індикатори	Технічні параметри
Прийом сигналу	BDS/GPS/ГЛОНАСС/GALILEO/QZSS/SBAS
Номер радіочастотного каналу	Триканальний РЧ, підтримка всього сузір'я. Однотимчасний прийом BDS, GPS і ГЛОНАСС
Холодний старт TTFF	≤35 с
Гарячий старт TTFF	≤1 с

Повторне захоплення TTFF	≤1 с
Чутливість захоплення холодного старту	-148 дБм
Чутливість зйомки гарячого старту	-156 дБм
Відновити чутливість	-160 дБм
Відстеження чутливості	-162 дБм
Точність позиціонування	<2м (1σ)
Точність вимірювання швидкості	<0,1 м/с (1σ)
Точність синхронізації	<30 нс (1σ)
Частота оновлення позиціонування	1 Гц (за замовчуванням) , Максимум 10 Гц
Характеристика послідовного порту	Діапазон швидкості передачі даних: 4800 біт/с ~ 115 200 біт/с, за замовчуванням 9600 біт/с, 8 біт даних, без перевірки, 1 стоп-біт
Протокол	NMEA0183
Максимальна висота	18000м
Максимальна швидкість	515 м/с
Максимальне прискорення	4g
Резервний акумулятор	1,5 В ~ 3,6 В
Напруга живлення	2,7 В ~ 3,6 В
GPS&BD Типова потужність споживання	<25 мА при 3,3 В
Робоча температура	від -40 до +85 °C
Температура зберігання	від -45 до +125 °C
Розмір	10,1 мм × 9,7 мм × 2,4 мм
вага	0,6г

4.1.13 Схема застосування модуля

Рішення для активної антени (всередині модуля забезпечується живлення

антени, виявлення антени та захист від короткого замикання.)

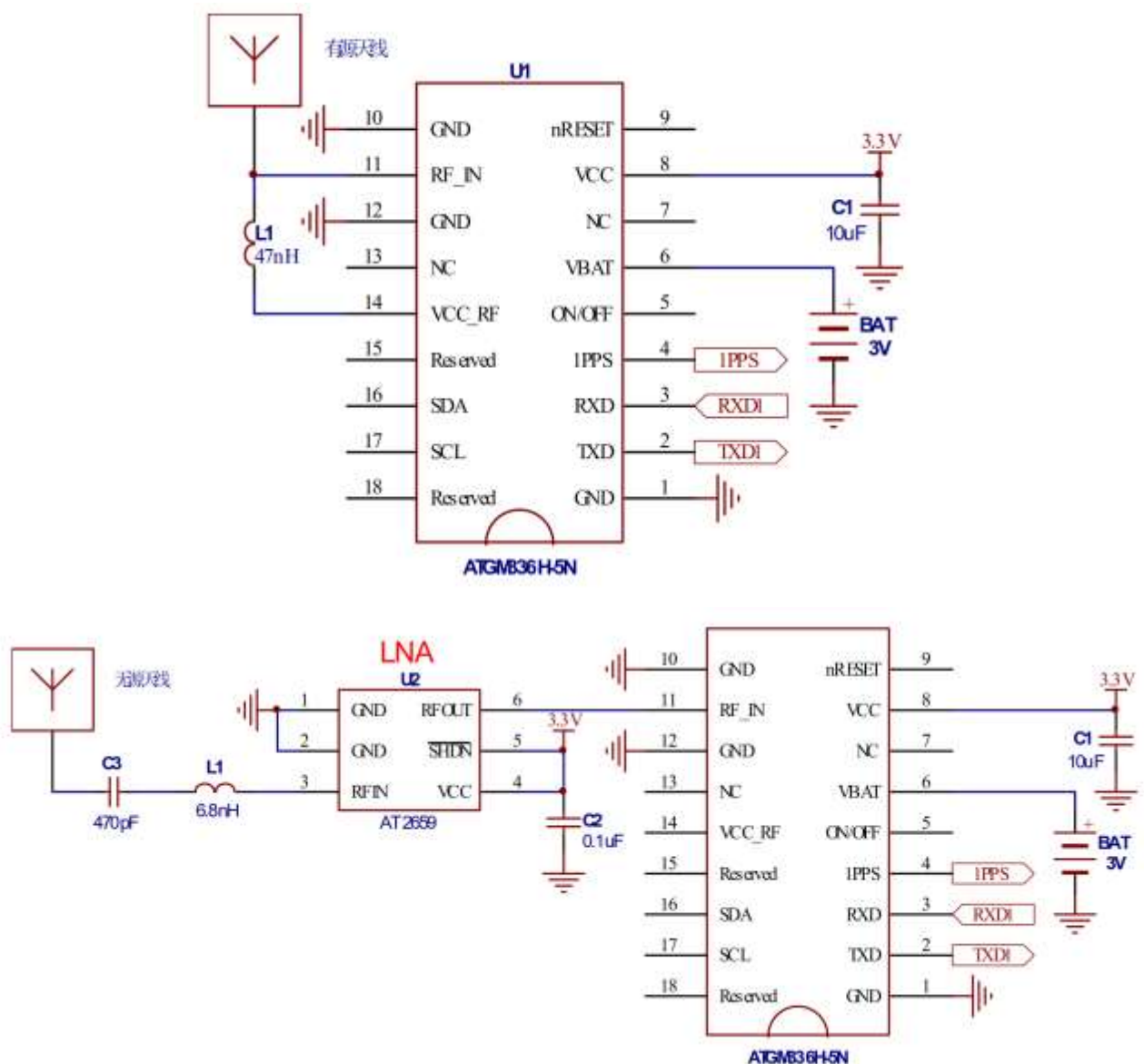


Рисунок 4.5 – Рішення для пасивної антени (на вході RF_IN модуля збільшено один рівень LNA)

Примітка щодо застосування модуля.

Для того, щоб повною мірою продемонструвати характеристики ATGM332D-5N, звернути увагу на наступне під час використання цього модуля:

- Блок живлення LDO з низькими пульсаціями, контроль пульсацій в межах 50 мВ.
- Модуль намагайтеся не наближати до інших високочастотних, великої амплітуди цифрових сигналів. Усі модулі нижче заповнені проводом

заземлення.

- Інтерфейс антени розташований якомога ближче до вхідного радіочастотного контакту модуля, і зверніть увагу на узгодження імпедансу 50 Ом.
- Сам модуль має активний доступ до антени, висунення, схему виявлення короткого замикання, коли в антені випадкове коротке замикання, для обмеження струму джерела живлення (50 мА) і грати роль захисту. У наведених вище 3 видах стану порту антени зміни, ви можете вивести відповідну інформацію з послідовного порту. наприклад:
 - \$GPTXT,01,01,01,ANTENNA SHORT*63
 - \$GPTXT,01,01,01,ANTENNA OPEN*25
 - \$GPTXT,01,01,01,ANTENNA OK*35

Тестування та сертифікація надійності, Сертифікація RoSH, Серія модулів ATGM336H-5N відповідає сертифікату RoSH.

Пайка модулів

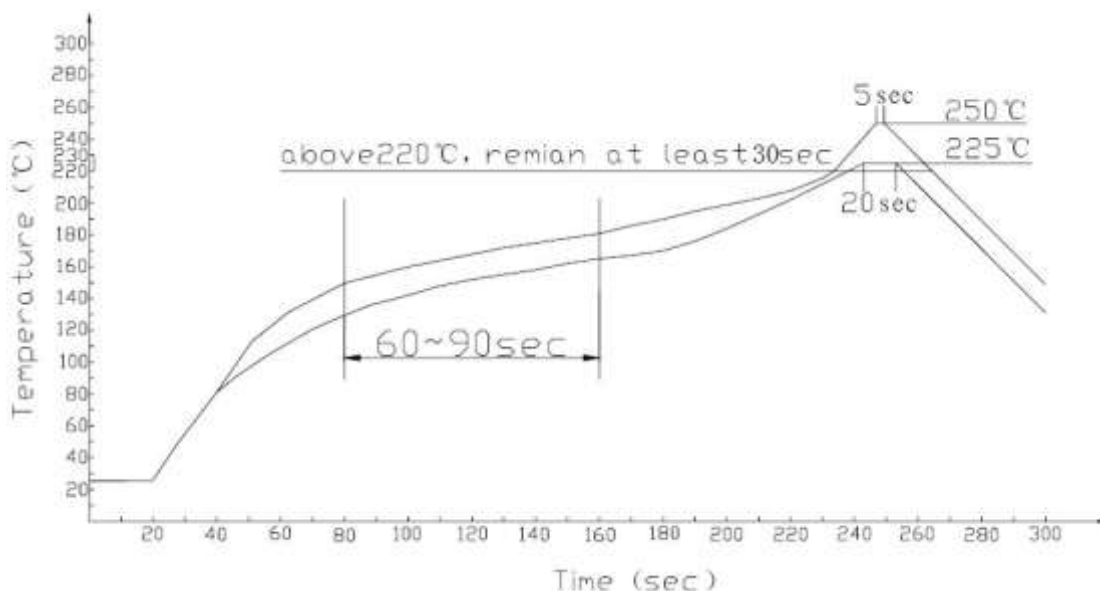


Рисунок 4.6 – Крива паяння оплавленням:

Відрегулюйте час балансу, щоб забезпечити розумну обробку під час плавлення припою. Якщо на платі друкованої плати занадто багато місця, це може збільшити час балансу. Враховуючи, що виріб протягом тривалого часу

знаходиться в зоні зварювання (температура вище 180 °C), щоб запобігти пошкодженню компонентів і підложки, слід максимально скоротити час розміщення.

Важлива особливість кривої:

Швидкість наростання = $1 \sim 4^{\circ}\text{C}/\text{сек}$, середнє значення від 25°C до 150°C .

Температура попереднього нагріву = 140°C до 150°C , 60сек. $\sim$ 90сек.

Коливання температури = 225°C до 250°C , приблизно 30сек.

Швидкість падіння = $2 \sim 6^{\circ}\text{C}/\text{сек}$, до 183°C , приблизно 15сек. Загальний час = приблизно 300сек.

4.1.14 Електростатичний захист.

Серія модулів ATGM336H-5N є електростатичним чутливим пристроєм. Регулярний електростатичний контакт може спричинити випадкове пошкодження модуля. На додаток до працюючи відповідно до стандартних вимог захисту від електростатичного розряду, наступні пункти повинні бути такими:

1. Якщо GND PCB не добре заземлений, інакше першою позицією контактного модуля має бути GND PCB.
2. При підключенні антени спочатку підключіть GND, а потім сигнальну лінію.
3. При контакті з радіочастотним ланцюгом, будь ласка, не торкайтеся зарядного конденсатора, тримайтеся подалі від пристроїв і обладнання, які можуть генерувати статичну електрику, наприклад діелектричної антени, коаксіального дроту, електричної праски тощо.
4. Щоб уникнути розряду заряду через радіочастотний вхід, будь ласка, не торкайтеся відкритої частини середовища антени. Для торкання відкритої частини середовища антени, яка може з'явитися, потрібно додати в конструкцію схему захисту від esd.
5. Під час зварювання роз'єму або антени, які під'єднані до вхідного

кінця РЧ, не використовуйте пальник для статичного зварювання.

4.1.15 Загальна комплектність моделей

Таблиця 4.6 – Загальна комплектність

Загальна модель	Продукт
ATGM336H-5N-11-0	Розмір 9.7X10.1, мікросхема AT6558, навігаційний модуль, позиціонування GPS, кварцевий генератор 16.369M, стандартний вихід
ATGM336H-5N-21-0	Розмір 9.7X10.1, мікросхема AT6558, навігаційний модуль, BDS позиціонування, 16.369M Кристалічний генератор, стандартний вихід
ATGM336H-5N-31-0	Розмір 9.7X10.1, мікросхема AT6558, навігаційний модуль, позиціонування GPS+BDS, кварцевий генератор 16.369M, стандартний вихід
ATGM336H-5N-51-0	Розмір 9.7X10.1, мікросхема AT6558, навігаційний модуль, GPS+GLONASS позиціонування, 16.369M Crystal oscillator, стандартний вихід
ATGM336H-5N-71-0	Розмір 9.7X10.1, чіп AT6558, навігаційний модуль, GPS+BDS+GLONASS позиціонування, 16.369M Crystal генератор, стандартний вихід

4.2 NEO-7, u-blox 7 GNSS модуль



Рисунок 4.7 – NEO-7, u-blox 7 GNSS модуль, UBX-13003830 - R07

4.2.1 Загальні характеристики.

- GNSS рушій для GPS/QZSS, ГЛОНАСС
- Варіанти продукції, що відповідають вимогам продуктивності та вартості
- Поєднує низьке енергоспоживання і високу чутливість
- Назадсумісний з сімействами NEO-6 і NEO-5

UBX-13003830 - R07

Таблиця 4.7 – UBX-13003830

Загальна Інформація		
Назва	NEO-7	
Підзаголовок	u-blox 7 GNSS модулі	
Тип документа	Технічний паспорт	
Номер документа	UBX-13003830	
Редакція, дата	R07	11-2024
Статус документа	Інформація про виробництво	

Таблиця 4.8 – Модифікації NEO-7X-X-XXX

Ім'я	Тип номера	Версія ROM/FLASH	Посилання на PCN
NEO-7M-0	NEO-7M-0-000	ROM1.00	N/A
NEO-7H-0	NEO-7H-0-002	FW1.00	N/A

4.2.2 Функціональний опис

Огляд.

Серія автономних модулів GNSS NEO-7 віграє від виняткової продуктивності u-blox 7 GNSS(GPS,ГЛОНАСС, QZSS і SBAS). Серія NEO-7 забезпечує високу чутливість і мінімальний час збору даних у перевіреному промисловості форм-факторі NEO.

Серія NEO-7 забезпечує максимальну чутливість при збереженні низької потужності системи. NEO-7M оптимізовано для чутливих до витрат додатків, тоді як NEO-7N забезпечує найкращу продуктивність і легку радіочастотну інтеграцію. Форма NEO-фактор дозволяє легко переходити від попередніх поколінь NEO. Продумана радіочастотна архітектура та придушення перешкод забезпечують максимальну продуктивність навіть у ворожих для GNSS середовищах.

Серія NEO-7 поєднує в собі високий рівень інтеграції з гнучкими можливостями підключення в мініатюрному корпусі. Це робить його ідеальним для промислового застосування з суворими вимогами до розміру та вартості. Інтерфейс DDC, сумісний з I2C, забезпечує підключення та синергію з стільниковими модулями u-blox SARA, LEON та LISA.

Модулі u-blox 7 використовують мікросхеми GNSS, кваліфіковані відповідно до AEC-Q100, і виготовляються на сертифікованих заводах ISO/TS 16949. Кваліфікаційні випробування проводяться відповідно до стандарту ISO16750.

Особливості продукту

Model	Type	Supply	Interfaces	Features	Grade
	GPS / QZSS GLONASS Galileo BeiDou Timing Dead Reckoning Precise Point Positioning Raw Data	1.65 V – 3.6 V 2.7 V – 3.6 V Lowest power (DC/DC)	UART USB SPI DDC (I ² C compliant)	Programmable (Flash) Data logging Additional SAW Additional LNA RTC crystal Internal oscillator Active antenna / LNA supply Active antenna / LNA control Antenna short circuit detection / protection pin Antenna open circuit detection pin Frequency output	Standard Professional Automotive
NEO-7N	* *	* *	* * * *	* * * * * T * *	
NEO-7M	* *	* *	* * * *	* C *	

○ = Optional, not activated per default or requires external components

C = Crystal / T = TCXO

4.2.3 Продуктивність GNSS, GPS

Таблиця 4.9 – Продуктивність GPS

Параметр	Специфікація		
Приймач типу	56 каналів GPS L1C/A SBAS L1C/A QZSS L1C/A, Галілей E1B/C ¹		
Час до першого виправлення ²		NEO-7N	NEO-7M
	Холодний старт	29 с	30 с
	Теплий старт	28 с	28 с
	Гарячий старт	1 с	1 с
	Допоміжні старти ³	5 с	5 с
Чутливість ⁴		NEO-7N	NEO-7M
	Відстеження та навігація	-162 дБм	-161 дБм
	Повторне придбання	-160 дБм	-160 дБм
	Холодний старт	-148 дБм	-147 дБм
	Теплий старт	-148 дБм	-148 дБм
	Гарячий старт	-156 дБм	-155 дБм
Точність горизонтального положення ⁵	Автономний	2,5 м	
	SBAS	2,0 м	

Точність часу імпульсного сигналу	RMS99%	30 нс 60 нс	
Частота часу імпульсного сигналу		0,25 Гц ... 10 МГц (настроюється)	
Максимальна швидкість оновлення навігації		10 Гц	
Точність швидкості ⁶		0,1 м/с	
Точність курсу ⁶		0,5 градусів	
Експлуатаційні межі ⁷	Динаміка Висотна швидкість	≤ 4 гр 50 000 м 500 м/с	

¹Готовий підтримувати Galileo E1B/C, коли буде доступний (NEO-7H);

²Усі супутники на -130 дБм;

³Залежить від швидкості та затримки з'єднання даних;

⁴Продемонстровано з хорошим зовнішнім LNA;

⁵СЕР, 50%, 24 години статичний, -130 дБм, > 6 SVs;

⁶50% при 30 м/с;

⁷Припустимо, що бортова платформа < 4 гр;

4.2.4 Продуктивність ГЛОНАСС

Таблиця 4.10 – Продуктивність ГЛОНАСС

Параметр	Специфікація		
Приймач типу	56 каналів ГЛОНАСС L10F		
Час до першого виправлення ⁸		NEO-7H	NEO-7M
	Холодний старт	30 с	32 с
	Теплий старт	25 с	25 с

	Гарячий старт	1 с	1 с
Чутливість ⁹		NEO-7H	NEO-7M
	Відстеження та навігація	-158 дБм	-158 дБм
	Повторне придбання	-156 дБм	-156 дБм
	Холодний старт	-140 дБм	-139 дБм
	Теплий старт	-145 дБм	-145 дБм
	Гарячий старт	-156 дБм	-155 дБм
Точність горизонтального положення ¹⁰		4,0 м	
Точність часу імпульсного сигналу	RMS99%	50 нс 100 нс	
Частота часу імпульсного сигналу		0,25 Гц ... 10 МГц (настроюється)	
Максимальна швидкість оновлення навігації		1 Гц	
Точність швидкості ¹¹		0,1 м/с	
Точність курсу ¹¹		0,5 градусів	
Експлуатаційні межі ¹²	ДинамікаВисотна швидкість	4 г 50 000 м 500 м/с	

⁸Усі супутники на -130 дБм;

⁹Продемонстровано з хорошим зовнішнім LNA;

¹⁰СЕР, 50%, 24 години статичний, -130 дБм, > 6 SVs;

¹¹50% при 30 м/с;

¹²Припустимо, що бортова платформа < 4 г.

4.2.5 Блок-схема

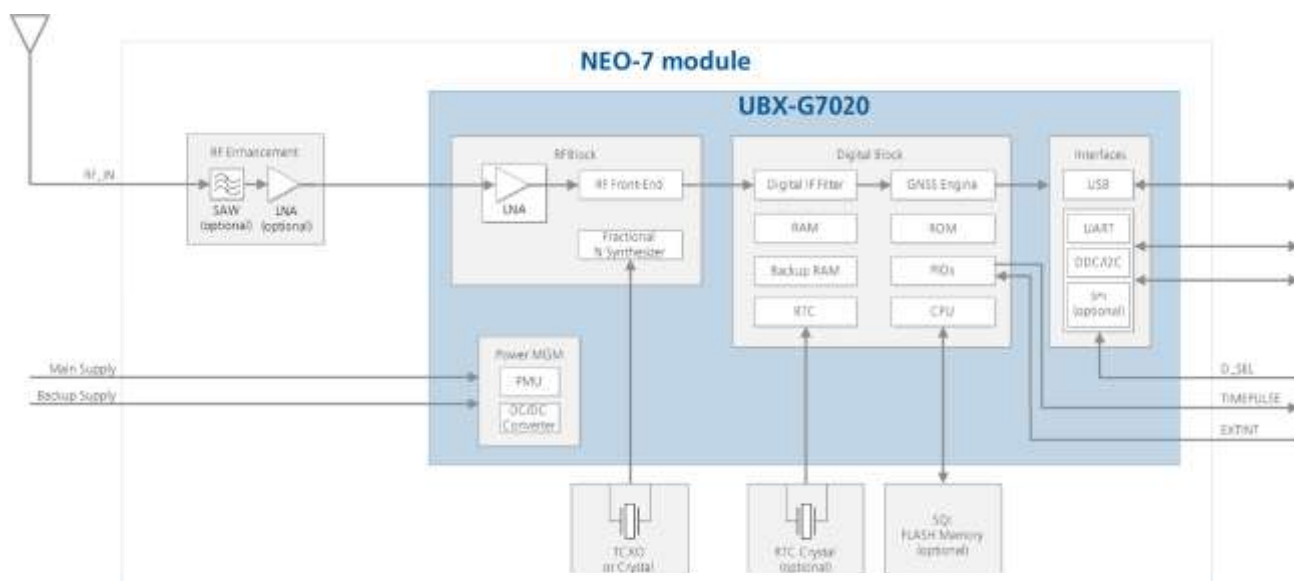


Рисунок 4.8 – Блок-схема NEO-7

4.2.6 Мережі позиціонування і підтримки

GNSS

Модулі позиціонування u-blox 7 є приймачами GNSS і можуть окремо приймати та відстежувати сигнали GPS, GLONASS або Galileo. Сигнали QZSS можуть прийматися одночасно з сигналами GPS.

GPS

Приймачі u-blox 7 призначені для прийому та відстеження сигналів L1C/A, що надаються на частоті 1575,42 МГц системою глобального позиціонування (GPS).

ГЛОНАСС

Російська супутникова система ГЛОНАСС є альтернативою американській системі глобального позиціонування (GPS). Модуль u-blox 7 здатний отримувати та обробляти сигнали ГЛОНАСС за допомогою того самого апаратного забезпечення та забезпечує найнижчу функціональність ГЛОНАСС у галузі за низькою ціною та з мінімальними зусиллями інтеграції. Щоб скористатися перевагами GPS і ГЛОНАСС, на етапі проектування необхідно підготувати спеціальне обладнання, див.

Керівництво з інтеграції обладнання MAX-7 / NEO-7 [57] для рекомендацій щодо дизайну u-blox.

Можливість прийому та відстеження супутникових сигналів ГЛОНАСС L1OF за допомогою того самого апаратного забезпечення забезпечує оптимізовану специфікацію апаратного забезпечення та дозволяє проектувати приймачі, готові до ГЛОНАСС, де це вимагається нормативними документами.

Примітка: модулі u-blox 7 не можуть приймати та відстежувати сигнали ГЛОНАСС і GPS одночасно.

Galileo

Коли сигнали Galileo-L1 стануть доступними, приймачі на базі флеш-пам'яті u-blox 7 зможуть приймати й обробляти їх за допомогою оновлення мікропрограми. Можливість прийому та відстеження супутникових сигналів Galileo призведе до ширшого покриття, підвищення надійності та точності.

QZSS

Супутникова система Quasi-Zenith (QZSS) — це навігаційна супутникова система накладання для Тихоокеанського регіону, що охоплює Японію та Австралію, які передають додаткові сигнали GPS L1C/A. модулі позиціонування u-blox 7 здатні отримувати та відстежувати ці сигнали одночасно з GPS, що забезпечує кращу доступність, особливо за умов поганого сигналу, наприклад, у міських каньйонах.

Доповнена GNSS

Додаткову інформацію про розширену GNSS див. в описі приймача u-blox 7, включаючи специфікацію протоколу[2].

Допоміжна GNSS (A-GPS)

A-GPS покращує продуктивність GNSS, надаючи допоміжні дані на приймач GNSS через бездротові мережі або Інтернет. Надання такої інформації, як ефемерид, альманах, приблизне останнє місцеположення, час і статус супутника, а також додатковий сигнал синхронізації часу значно скорочує

час до першого визначення (TTFF) і покращує чутливість отримання даних. AssistNow Online і AssistNow Offline — це наскрізні послуги A-GPS від u-blox для пристроїв із підключенням до мережі або без нього. AssistNow Online і AssistNow Offline можна використовувати окремо або в комбінації. Вони дуже прості у реалізації, не вимагають додаткового обладнання та практично не навантажують ЦП. Усі модулі u-blox 7 підтримують служби u-blox AssistNow Online, AssistNow Offline і AssistNow Autonomous A-GPS, а також сумісні з OMA SUPL.

AssistNow онлайн

За допомогою AssistNow Online пристрій GNSS, підключений до Інтернету, завантажує допоміжні дані з AssistNow u-blox Онлайн-сервіс під час запуску системи. AssistNow Online не залежить від оператора мережі та доступний у всьому світі. u-blox надсилає ефемеридні дані лише для тих супутників, видимих наразі пристроєм, який запитує дані, таким чином мінімізуючи обсяг переданих даних.

AssistNow Offline

За допомогою AssistNow Offline користувачі завантажують дані корекції диференційного альманаху u-blox з Інтернету, коли їм зручно. Дані корекції можуть бути збережені у флеш-пам'яті GNSS-приймача (доступно лише на NEO-7N) або в пам'яті прикладного процесора. Таким чином, послуга не потребує підключення під час запуску системи та дозволяє фіксувати місцезнаходження за лічені секунди, навіть якщо мережа недоступна.

AssistNow автономний

AssistNow Autonomous забезпечує функціональність, подібну до Assisted-GNSS, без необхідності підключення до хоста чи зовнішньої мережі. Це вбудована функція, доступна безкоштовно, яка прискорює позиціонування GNSS за рахунок використання періодичного характеру супутникових орбіт GNSS. Прогнози орбіти GNSS безпосередньо розраховуються приймачем GNSS, і зовнішні допоміжні дані чи підключення не потрібні. AssistNow

Autonomous можна використовувати самостійно або разом із AssistNow Online або AssistNow Offline для підвищення швидкості та точності позиціонування.

Супутникова система посилення (SBAS)

Модулі позиціонування u-blox 7 підтримують SBAS. Ці системи доповнюють дані GNSS додатковими регіональними або глобальними даними доповнення GNSS. Система транслює дані доповнення через супутник, які можуть використовуватися приймачами GNSS для підвищення точності GNSS. Супутники SBAS можна використовувати як додаткові супутники для визначення дальності (навігації), що ще більше підвищує точність. У u-blox 7 підтримуються наступні SBAS: WAAS, EGNOS і MSAS.

Реєстрація даних (NEO-7N)

Новим у u-blox 7 є функція реєстрації даних, яка дозволяє безперервно зберігати інформацію про положення, швидкість і час у внутрішній 16 Мбіт SQI FLASH пам'яті. Інформацію можна завантажити з приймача пізніше для подальшого аналізу або для перетворення в інструмент картографування. Для отримання додаткової інформації див. Опис приймача u-blox 7, включаючи специфікацію протоколу[2].

EXTINT: Зовнішнє переривання

EXTINT — зовнішній контакт переривання з фіксованими пороговими значеннями вхідної напруги щодо VCC. Його можна використовувати для управління приймачем або для надання допомоги.

Для отримання додаткової інформації про впровадження та налаштування цих функцій див. опис приймача u-blox 7, включаючи специфікацію протоколу[2] і Посібник з інтеграції обладнання MAX-7 / NEO-7[1].

Pin Control

Функція керування штифтом дозволяє перевизначати автоматичний цикл активного/неактивного режиму енергозбереження. Станом приймача можна керувати через штифт EXTINT.

The приймач може також бути вимушений ВИМКНЕНО використовуючи ВИНІКНУТИ коли потужність зберегти Режим є ніактивний.

Допомога EXTINT

Штифт EXTINT можна використовувати для подачі даних про час або частоту до приймача.

Для підтримки часу апаратна синхронізація часу може бути досягнута шляхом підключення точного імпульсу часу до контакту EXTINT.

Налаштування частоти може бути реалізовано шляхом підключення періодичного прямокутного сигналу з частотою до 500 кГц і довільним робочим циклом (тривалість низької/високої фази не повинна бути менше 50 нс) до висновку EXTINT. Надайте застосоване значення частоти приймачу за допомогою повідомлень UBX.

4.2.7 Таймпульс

Настроюваний часовий імпульсний сигнал доступний для всіх модулів u-blox 7.

Вихід TIMEPULSE генерує серії імпульсів, синхронізовані з часовою сіткою GNSS або UTC з інтервалами, які можна налаштувати в широкому діапазоні частот. Таким чином, його можна використовувати як низькочастотний імпульс синхронізації часу або як високочастотний опорний сигнал.

За замовчуванням імпульсний сигнал часу налаштований на 1 імпульс на секунду. Для отримання додаткової інформації див. опис приймача u-blox 7, включаючи специфікацію протоколу[2].

4.2.8 Протоколи та інтерфейси

Таблиця 4.11 – Доступні протоколи

Протокол	Тип
NMEA	Введення/виведення, ASCII, 0183, 2.3 (сумісний до 3,0)
UBX	Введення/виведення, двійковий, власний u-blox
RTCM	Вхід, 2.3

Усі протоколи доступні на UART, USB, DDC (I²C сумісний) і SPI. Специфікацію різних протоколів див. в описі приймача u-blox 7, включаючи специфікацію протоколу[2].

Інтерфейси

Надається ряд інтерфейсів для передачі даних або доступу до пам'яті. Вбудоване мікропрограмне забезпечення використовує ці інтерфейси відповідно до специфікацій відповідного протоколу.

UART

Модулі NEO-7 містять один інтерфейс UART, який можна використовувати для зв'язку з хостом. Він підтримує налаштувану швидкість передачі даних. Щоб дізнатися про підтримувані швидкості передачі даних, див. опис приймача u-blox 7, включаючи специфікацію протоколу[2].

USB

USB-сумісний інтерфейс версії 2.0 FS можна використовувати для зв'язку як альтернативу UART. Підтягуючий резистор на виводі USB_DP інтегровано для сигналізації повношвидкісного пристрою на хост. Вивід VDD_USB забезпечує інтерфейс USB. u-blox надає сертифікований Microsoft® драйвер USB для операційних систем Windows XP, Windows Vista та Windows 7.

SPI

Інтерфейс SPI призначений для забезпечення зв'язку з центральним процесором. Інтерфейс може працювати лише в підлеглому режимі. Максимальна швидкість передачі за допомогою SPI становить 1 Мбіт/с, а максимальна тактова частота SPI – 5,5 МГц. Зауважте, що SPI недоступний у

конфігурації за замовчуванням, оскільки його контакти використовуються спільно з інтерфейсами UART і DDC. Інтерфейс SPI можна ввімкнути, підключивши D_SEL (контакт 2) до заземлення (див. розділ 3.1).

Канал даних дисплея (DDC)

Інтерфейс DDC, сумісний з I2C, доступний для зв'язку із зовнішнім центральним процесором або стільниковими модулями u-blox. Інтерфейс може працювати лише в підлеглому режимі. Протокол DDC і електричний інтерфейс повністю сумісні з Fast-Mode промислового стандарту I2C. Оскільки максимальна тактова частота SCL становить 400 кГц, максимальна швидкість передачі становить 400 кбіт/с.

Генерація годинника, осцилятори

Модулі GNSS NEO-7 доступні у версіях Crystal і TCXO. TCXO дозволяє прискорити отримання слабкого сигналу, забезпечуючи швидший час запуску та повторного отримання.

Годинник реального часу (RTC)

RTC керується генератором 32 кГц, який використовує кристал RTC. При зникненні основної напруги живлення, батарею підключено до V_BCKP, частини приймача вимикаються, але RTC все ще працює, забезпечуючи опорний час для приймача. Цей робочий режим називається режимом резервного копіювання апаратного забезпечення, який дає змогу зберігати всі необхідні дані в резервній оперативній пам'яті, щоб пізніше дозволити гарячий або гарячий запуск.

Управління живленням

Технологія u-blox 7 пропонує оптимізовану архітектуру з вбудованими функціями автономного енергозбереження для мінімізації споживання енергії в будь-який момент часу. Вбудований вискоефективний перетворювач DC/DC забезпечує низьке енергоспоживання навіть при вищій напрузі живлення. Приймач може працювати в двох режимах роботи: безперервний режим або режим енергозбереження.

Для отримання додаткової інформації про стратегії керування живленням див. Опис приймача u-blox 7, Специфікація протоколу[2].

DC/DC перетворювач

Модулі NEO-7 інтегрують перетворювач постійного струму в постійний, що дозволяє зменшити споживання електроенергії, особливо при використанні основної напруги живлення вище 2,5 В.

для більшої інформації побачити в МАКС-7/НЕО-7Посібник з інтеграції обладнання[1]

4.2.9 Режими роботи

Модулі u-blox 7 мають два режими роботи:

- БезперервнийРежим для найкращої продуктивності GNSS
- Режим енергозбереження для оптимізації енергоспоживання

Безперервний режим

Безперервний режим використовує механізм збору даних на повній продуктивності, що призводить до найкоротшого можливого TTFF і найвищої чутливості. Він шукає всі можливі супутники, поки Альманах не буде повністю завантажений. Приймач потім перемикається на систему відстеження, щоб зменшити споживання енергії.

Таким чином, нижчий рівень споживання струму відстеження буде досягнуто, коли:

- А дійсний GNSS положення єотримано
- Весь Альманах завантажено
- Ефемериди для кожного супутника є дійсними

Режим енергозбереження

Для енергочутливих додатків приймачі u-blox 7 забезпечують режим енергозбереження для зниження енергоспоживання. Режим енергозбереження використовує дві спеціальні операції, які називаються УВІМКНЕННЯ/ВИМКНЕННЯ та циклічне відстеження, які зменшують

середній струмспоживання різними способами відповідно до потреб конкретного застосування. Ці операції можна встановити за допомогою спеціального повідомлення ubx. Режим енергозбереження є не доступний в ГЛОНАССрежим.

4.2.10 Антена

Модулі NEO-7 призначені для використання з пасивними¹³ і активний¹⁴ антени.

Таблиця 4.12 – Технічні характеристики антени для всіх модулів NEO-7

Параметр	Специфікація	
Антенa Тип		пасивна і активна антена
Рекомендації щодо активної антени	Мінімальний приріст Максимальний коефіцієнт посилення Максимальний коефіцієнт шуму	15 дБ (для компенсації втрати сигналу в радіочастотному кабелі) ¹⁵ 50 дБ / 30 ¹⁶ дБ 1,5 дБ

¹³ для інтеграція NEO-7 модулі з Стільниковий продукти, побачити в МАКС-7/NEO-7 ОбладнанняПосібник з інтеграції[1].

¹⁴Для отримання інформації про використання активні антени з модулями NEO-7 див. Посібник з інтеграції обладнання МАХ-7/NEO-7[1].

¹⁵ NEO-7M, ¹⁶ NEO-7H

4.2.11 Визначення PIN-виводів

Призначення контактів



Рисунок 4.9 – Призначення контактів

Таблиця 4.13 – Цоколювка

#	Модуль	Ім'я	I/O	опис
1	ALL	Зарезервовано	I	Зарезервовано
2	ALL	D_SEL	I	Вибір інтерфейсу
3	ALL	ТАЙМПУЛЬС	O	Часовий імпульс (1PPS)
4	ALL	ВИНИКНУТИ	I	Pin зовнішнього переривання
5	ALL	USB_DM	I/O	USB-дані
6	ALL	USB_DP	I/O	USB-дані
7	ALL	VDD_USB	I	USB живлення
8	ALL	RESET_N	I	RESET_N
9	ALL	VCC_RF	O	Вихідна напруга радіочастотної секції
10	ALL	GND	I	Земля
11	ALL	RF_IN	I	Вхід сигналу GNSS
12	ALL	GND	I	Земля

13	ALL	GND	I	Земля
14	NEO-7N	ANT_ON	O	Керування антеною
	NEO-7M	Зарезервовано	-	Зарезервовано
15	ALL	Зарезервовано	-	Зарезервовано
16	ALL	Зарезервовано	-	Зарезервовано
17	ALL	Зарезервовано	-	Зарезервовано
18	ALL	ПДР SPICS_N	I/O	Дані DDC, якщо D_SEL =1 (або відкрито)SPI Chip Виберіть, якщо D_SEL = 0
19	ALL	SCL SPICLK	I/O	Годинник DDC, якщо D_SEL =1 (або відкритий)Синхронізація SPI, якщо D_SEL = 0
20	ALL	TxD SPIMISO	O	Послідовний порт, якщо D_SEL =1 (або відкритий)SPI MISO, якщо D_SEL = 0
21	ALL	RxD	I	Серійний Порт якщо D_SEL =1 (або ВІДЧИНЕНО)
		SPIMOSI		SPI MOSI, якщо D_SEL = 0
22		V_BCKP	I	Резервне джерело напруги
23	ALL	VCC	Ш	Постачання напруги
24	ALL	GND	I	Земля

Піни, позначені як зарезервовані, використовувати не можна. Для отримання додаткової інформації про розпіновки див. MAX-7 / NEO-7Посібник з інтеграції обладнання[1].

4.2.12 Управління конфігурацією

Параметри конфігурації можна змінити за допомогою повідомлень конфігурації UBX. Змінені налаштування залишаються в силі до вимкнення

чи скидання. Якщо ці параметри були збережені в оперативній пам'яті резервної батареї, то змінена конфігурація зберігатиметься до тих пір, поки живлення резервної батареї не буде перервано.

З NEO-7N параметри конфігурації, змінені за допомогою повідомлень про конфігурацію UBX, можна зберегти постійно. У цьому випадку змінені параметри залишаються дійсними навіть після відключення живлення і не вимагають резервного живлення від акумулятора.

4.2.13 Вибір інтерфейсу (D_SEL)

Під час запуску Pin 2 (D_SEL) визначає, які інтерфейси даних використовуються для зв'язку. Якщо D_SEL встановлено на високий рівень або залишено відкритим, UART і DDC стають доступними. Якщо D_SEL встановлено на низький рівень, тобто підключено до землі, модуль NEO може спілкуватися з хостом через SPI.

Таблиця 4.14 – Вибір інтерфейсу даних за D_SEL

PIN-код	D_SEL="1" (залишено відкритим)	D_SEL="0" (підключено до GND)
20	UARTTX	SPIMISO
21	UART RX	SPIMOSI
19	DDCSCL	SPICLK
18	DDCPDP	SPICS_N

4.2.14 Електричні характеристики

Наведені граничні значення відповідають Системі абсолютного максимального рейтингу (IEC 134). Напруга, що перевищує одне або більше граничних значень, може призвести до пошкодження пристрою. Це показники навантаження і роботи пристрою за будь-яких інших умов, що перевищують наведені в розділах «Характеристики» специфікації, не передбачається. Вплив цих обмежень протягом тривалого часу може вплинути на надійність пристрою.

Там, де надається інформація про застосування, вона носить лише рекомендаційний характер і не є частиною специфікації. Додаткову інформацію див. у Посібнику з інтеграції обладнання MAX-7 / NEO-7[1].

4.2.15 Абсолютні, максимальні рейтинги експлуатації

Таблиця 4.15 – Абсолютні максимальні навантаження

Параметр	символ	Модуль		Хв	Макс	одиниці
Напруга живлення	VCC	все		-0,5	3.6	В
Резервне копіювання напруга акумулятора	V_BCKP	ALL		-0,5	3.6	В
USB постачання напруга	VDD_USB	ALL		-0,5	3.6	В
Вхідна напруга на контакті	Vin	ALL		-0,5	3.6	В
	Vin_usb	ALL		-0,5	VDD_USB	В
Постійний струм через будь-який цифровий контакт вводу/виводу (крім витратних матеріалів)	Ipin				10	мА
Вихідний струм VCC_RF	ICC_RF	ALL			100	мА
Вхідна потужність на RF_IN	Prfin	ALL	імпеданс джерела = 50 Ω, суцільна хвиля		13	дБм
Температура зберігання	Tstg	все		-40	85	°C

Навантаження на пристрій понад «Абсолютні максимальні навантаження» можуть призвести до незворотного пошкодження. Це лише рейтинги стресу. Продукт не захищений від перенапруги або зворотної напруги. Якщо необхідно, стрибки напруги, що перевищують специфікацію напруги джерела живлення, наведену в таблиці вище, повинні бути обмежені

значеннями в межах зазначених меж за допомогою відповідних захисних діодів.

4.2.16 Умови експлуатації

Усі характеристики наведено при температурі навколишнього середовища 25°C. Екстремальні робочі температури можуть значно перевищувати значення специфікації впливу. Додатки, що працюють поблизу температурних меж, повинні бути протестовані, щоб забезпечити відповідність специфікації.

Таблиця 4.16 – Умови експлуатації

Параметр	символ	Модуль	min	Тип.	Макс	Од.	Значення
Напруга живлення	VCC	NEO-7M	1,65		3.6	В	
		NEO-7N	2.7	3.0	3.6	В	
Напруга живлення USB	ВДДУСБ	все	3.0	3.3	3.6	В	
Резервне копіювання напруга акумулятора	V_BCKP	все	1.4		3.6	В	
Струм резервного акумулятора	I_BCKP	все		15		мкА	V_BCKP = 1,8 В, VCC = 0 В
Резервний струм SW	I_SWBCKP	NEO-7M		20		мкА	VCC = 3 В
		NEO-7N		35		мкА	VCC = 3 В
Діапазон напруги вхідного контакту	Vin	все	0		VCC	В	
Цифровий IO Pin Низький рівень вхідної напруги	с	все	0		0,2*VCC	В	
Цифровий IO PIN Високий рівень вхідної	Вих	все	0,7*VCC		VCC	В	

напруги							
Цифровий IO PIN Низький рівень вихідної напруги	том	все			0,4	B	I _{ol} = 4 мА
Цифровий IO Pin Високий рівень вихідної напруги	Box	все	VCC - 0,4			B	I _{oh} = 4 мА
USB_DM,USB_DP	WIN	все	Сумісний з USB із послідовним опором 22 Ом				
VCC_RFнапруга	VCC_RF	все		VCC- 0,1		B	
Вихідний струм VCC_RF	ICC_RF	все			50	мА	
Приймач ланцюг Шум тип	NF _{tot}	HEO-7M		3.5		дБ	
		NEO-7N		2.0		дБ	
Робоча температура	Т _{опр}	все	-40		85	°C	

Використання за межами зазначених значень можуть вплинути на надійність пристрою.

4.2.17 Часові діаграми SPI

Щоб уникнути некоректної роботи SPI, користувачеві необхідно дотримуватися певних часових умов. Для часових обмежень необхідно враховувати такі сигнали:

СИМВОЛ	ОПИС
SPI CS_N (SS_N)	Сигнал вибору підлеглого
SPI CLK (SCK)	Роб. сигнал годинника

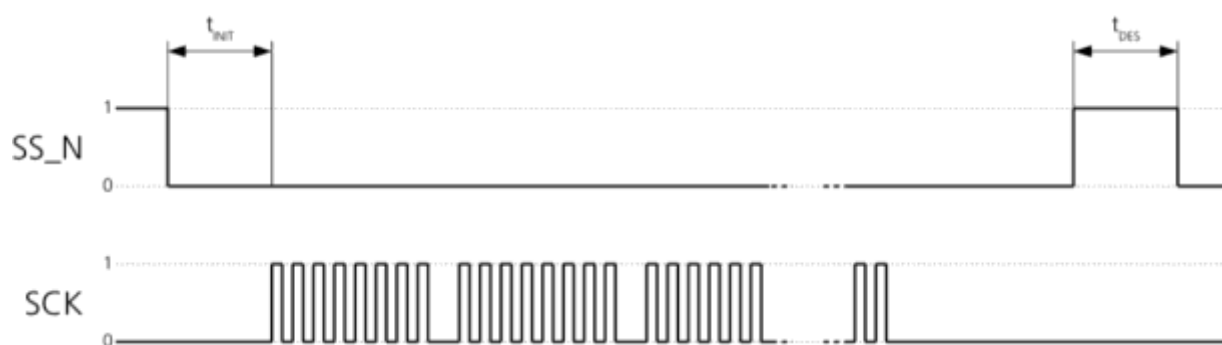


Рисунок 4.10 – Часова діаграма SPI

Рекомендації щодо термінів

Наведені нижче рекомендації базуються на вбудованому програмному забезпеченні, яке працює з флеш-пам'яті.

Таблиця 4.17 – Рекомендації щодо часу SPI

Параметр	опис	Рекомендація
t _{INIT}	Час ініціалізації	500 μs
t _{DES}	Зняти вибірчас	1 мс
Бітрейт		1 Мбіт/с

Значення у наведеній вище таблиці є результатом вимог безпомилкової передачі. Допустивши лише кілька помилок і вимкнувши фільтр збоїв, швидкість передачі даних можна значно збільшити.

DDC часові діаграми

Інтерфейс DDC сумісний із швидким режимом I2C. Для параметрів синхронізації зверніться до стандарту I2C. Максимальний бітрейт 400 кбіт/с. Інтерфейс розтягує тактову частоту при сповільненні під час обслуговування переривань, тому реальні бітрейти можуть бути трохи нижчими.

4.2.18 Механічні характеристики

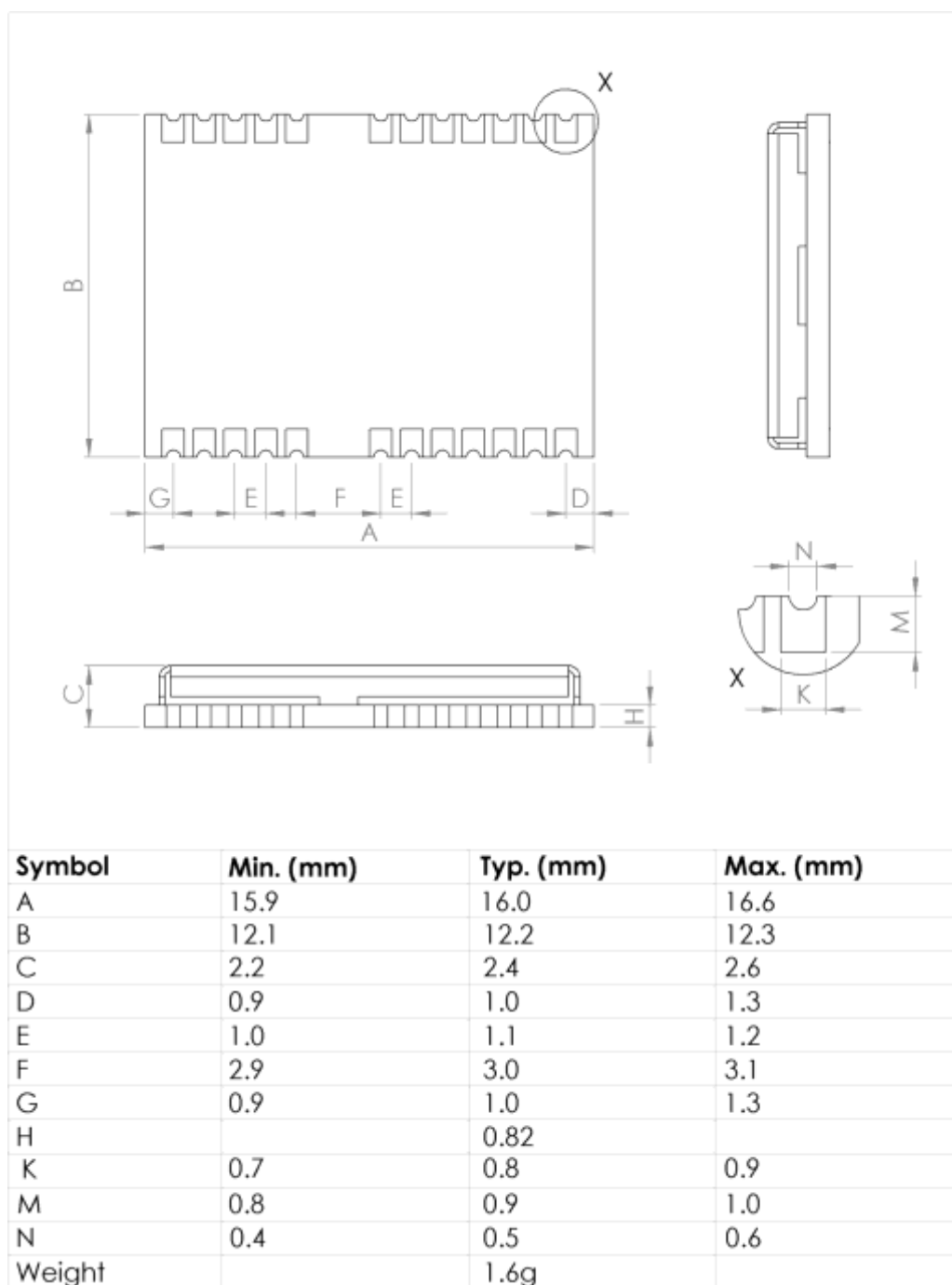


Рисунок 4.11 – Розміри

Інформацію щодо маски вставки та посадкового місця див. у посібнику з інтеграції обладнання MAX-7 / NEO-7[1].

4.2.19 Налаштування за замовчуванням

Таблиця 12: Повідомлення за замовчуванням

Інтерфейс	Налаштування
UART Вихід	9600 бод, 8 біт, без біта парності, 1 стоп-біт Налаштовано на передачу протоколів NMEA та UBX, але під час запуску було активовано лише такі повідомлення NMEA (і жодного UBX): GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT
USB Вихід	Налаштовано на передачу протоколів NMEA та UBX, але під час запуску було активовано лише такі повідомлення NMEA (і жодного UBX): GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT USB потужність режим: BUS Працює
Вхід UART	9600 бод, 8 біт, без біта парності, 1 стоп-біт, автоматичне визначення бод вимкнено Автоматично приймає такі протоколи без необхідності явного налаштування: UBX, NMEA, GNSS приймач підтримує переміщення UBX і NMEA повідомлення.
USB Ввід	Автоматично приймає такі протоколи без необхідності явного налаштування: UBX, NMEA, GNSS приймач підтримує переміщуються UBX і NMEA повідомлення. USB потужність режим: BUS Працює
таймпульс (1 Гц Nav)	1 імпульс в секунду, синхронізований по наростаючому фронту, тривалість імпульсу 100 мс

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Огляд EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service).

EGNOS , що означає European Geostationary Navigation Overlay Service, є європейською регіональною супутниковою системою доповнення (SBAS). SBAS використовуються для посилення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), щоб їх можна було використовувати для програм безпеки життя, таких як точні заходи на посадку в авіації.

Сьогодні EGNOS використовує набір геостационарних супутників і мережу наземних станцій для підвищення точності GPS . Зараз готується нова, більш потужна система під назвою «EGNOS V3». Це посилить сигнали як Galileo так і GPS, що забезпечить ще кращий досвід користувача.

Як регіональна навігаційна супутникова система, покриття EGNOS обмежена Європою та деякими сусідніми країнами. Наземні станції, розміщені по всій Європі, отримують сигнали від GPS (а завтра й від Galileo), які потім збираються та обробляються через центральну обчислювальну систему. Тут розраховуються диференціальні поправки та повідомлення цілісності. Потім ці повідомлення передаються користувачам по всій Європі через набір із трьох геостационарних супутників.

Як наслідок, EGNOS покращує точність інформації про позиціонування GNSS, а також забезпечує важливе повідомлення цілісності, яке дозволяє користувачеві отримати надзвичайно надійну гарантію щодо залишкових помилок позиціонування (як горизонтальних, так і вертикальних). Крім того, сигнали EGNOS забезпечують користувачам дуже точну синхронізацію з часом UTC .

EGNOS має важливе значення для програм, де точність і цілісність є критичними, наприклад, авіація. Фактично, після сертифікації для використання в цивільній авіації в 2011 році, EGNOS стала важливою

допомогою в європейському авіаційному секторі, підвищуючи як безпеку, так і доступність аеропортів загалом і, зокрема, малих і регіональних аеропортів і аеродромів. Завдяки точному та безпечному наведенню, яке пропонує система скрізь і будь-коли в Європі, пілоти мають кращі позиції для посадки в складних погодних умовах, включаючи погану видимість і шторм, і уникають перерваних посадок (уходу на друге місце).

Морські користувачі також широко використовують EGNOS для входів у гавані, підходів до гавань і прибережних вод у ЄС.

Крім цих секторів, EGNOS покращує та розширює сферу застосування GNSS у численних сегментах ринку, включаючи дороги, залізницю, геодезію, картографування, послуги на основі визначення місця розташування та сільське господарство – це лише деякі з них.

Інфраструктура EGNOS складається з:

- Наземна мережа з приблизно 40 станцій вимірювання дальності та контролю цілісності (RIMS)
- 6 навігаційних наземних станцій (NLES)
- 2 центри управління польотами
- Оперативно-координаційний центр і сервісний центр
- Транспондери сигналу на 3 геостаціонарних супутниках, якими керують постачальники послуг SATCOM.

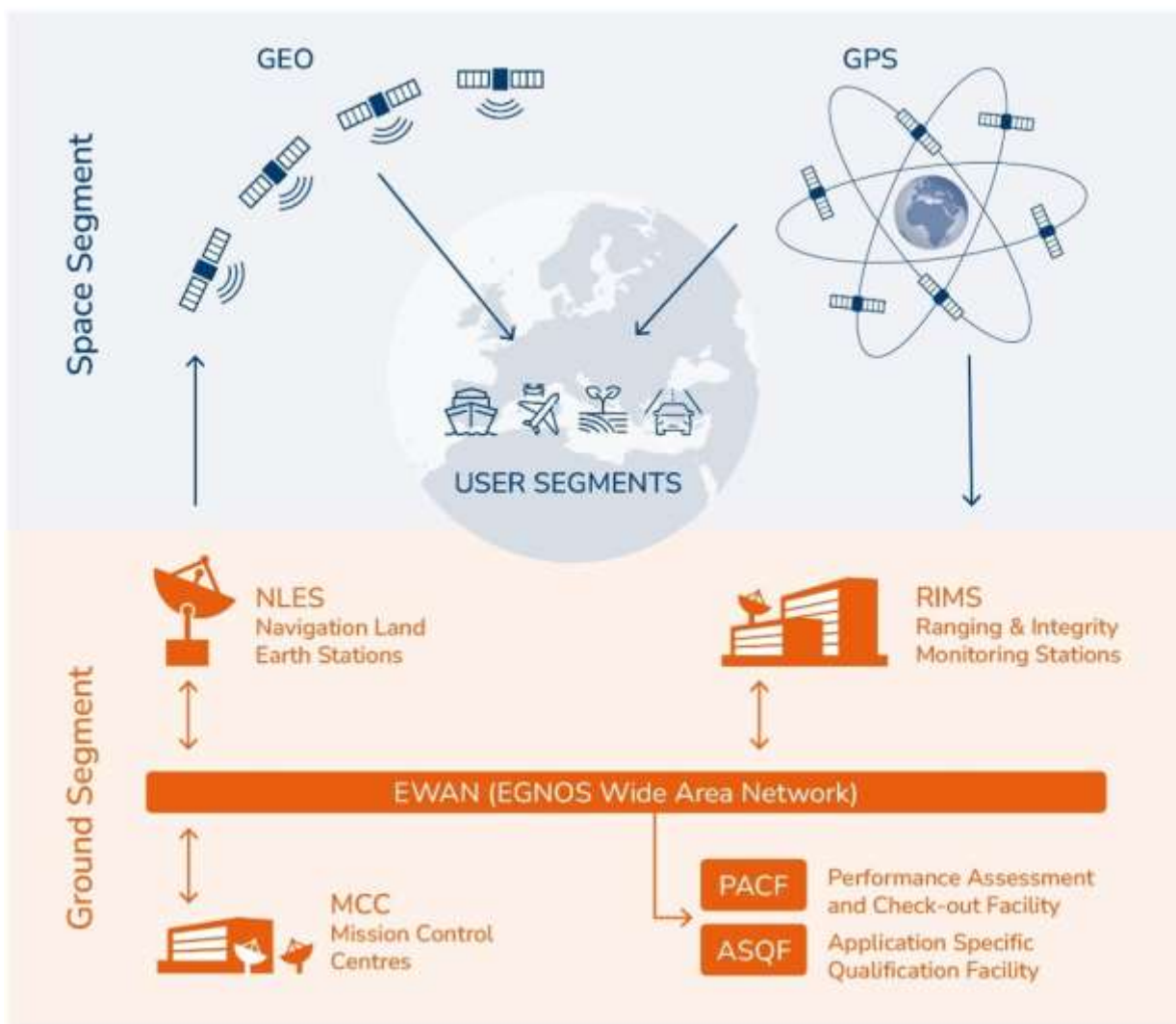


Рисунок 5.1 – Структура EGNOS

5.12 Результати коригування точності вимірювання GPS, EGNOS, SDCM

На рисунках 5.2 і 5.3 показано горизонтальну траєкторію руху РО і зміну переміщення як функцію часу. Для інших умов на рисунках 5.4 і 5.5 приведено горизонтальну траєкторію руху РО і зміну переміщення як функцію часу. На малюнках 5.3, 5.5, 5.6-15 розвороти руху РО позначені червоними крапками.

Приймач GNSS, розміщений на платформі РО, записував супутникові дані GPS і SBAS, які використовувалися для визначення позиції з рішення EGNOS і SDCM. Координати положення РО були розраховані за допомогою RT-KLIB v.5.4.3. Крім того, опорна траєкторія руху РО з метою розрахунку

точності позиціонування з єдиного рішення EGNOS і SDCM була визначена в Topcon MAGNET Tools v.5.1.1.0. В результаті розроблений алгоритм (1-7) реалізовано мовою Scilab v.6.1.1, на якій написаний сценарій для реалізації розрахунку точності позиціонування EGNOS+SDCM. Результати були отримані із запропонованого рішення EGNOS+SDCM.

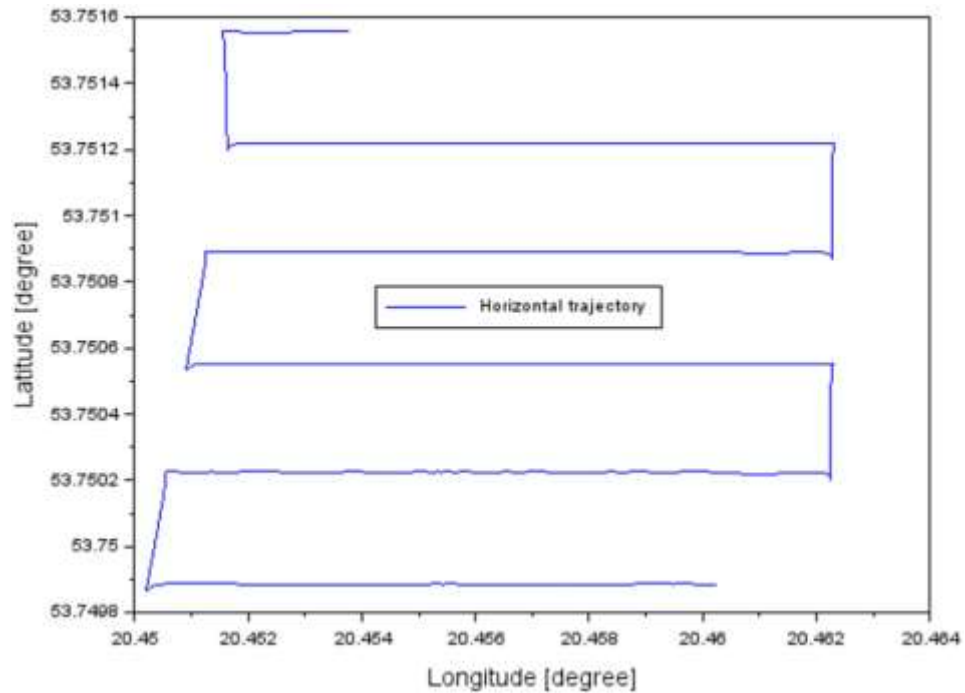


Рисунок 5.2 – Горизонтальна траєкторія РО під час руху 1

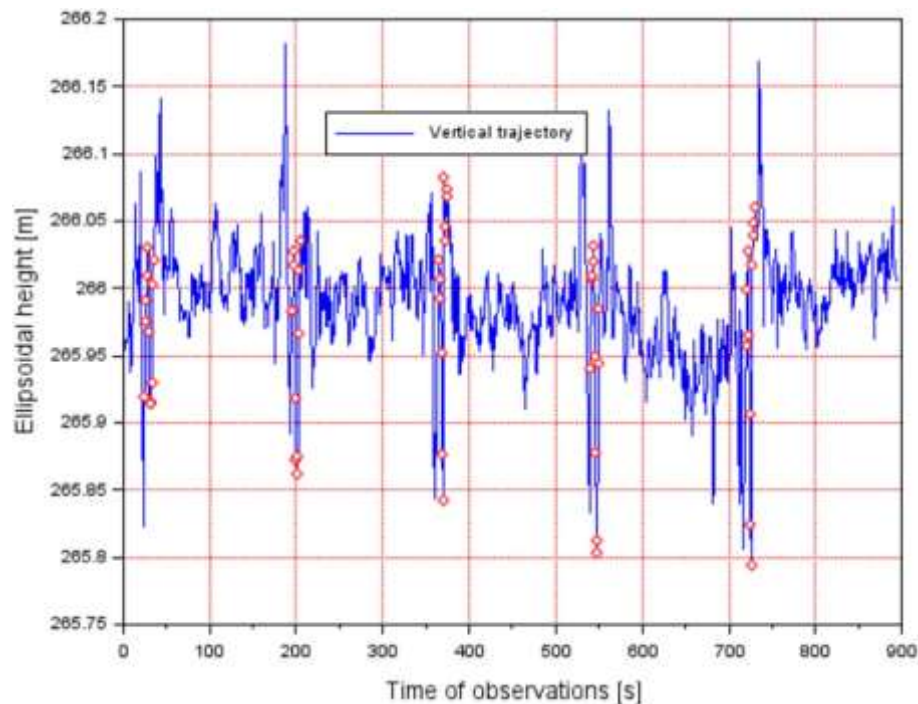


Рисунок 5.3 – Зміна траєкторії пересувння РО під час руху 1

Отримані результати досліджень представляються умовами спостереження під час проведених досліджень, тобто визначення кількості відстежуваних супутників, визначення значення PDOP (Position DOP), визначення стану іоносфери. На рисунках 5.6 і 5.7 показано кількість відстежуваних супутників GPS, для яких були визначені поправки від EGNOS і SDCM. В першому дослідженні кількість супутників GPS із доступними поправками EGNOS становила від 9 до 10. На відміну від цього, кількість супутників GPS із доступними поправками SDCM становила від 6 до 8 відповідно. Можна побачити, що EGNOS вніс поправки для більшої кількості супутників GPS, ніж система доповнення SDCM.

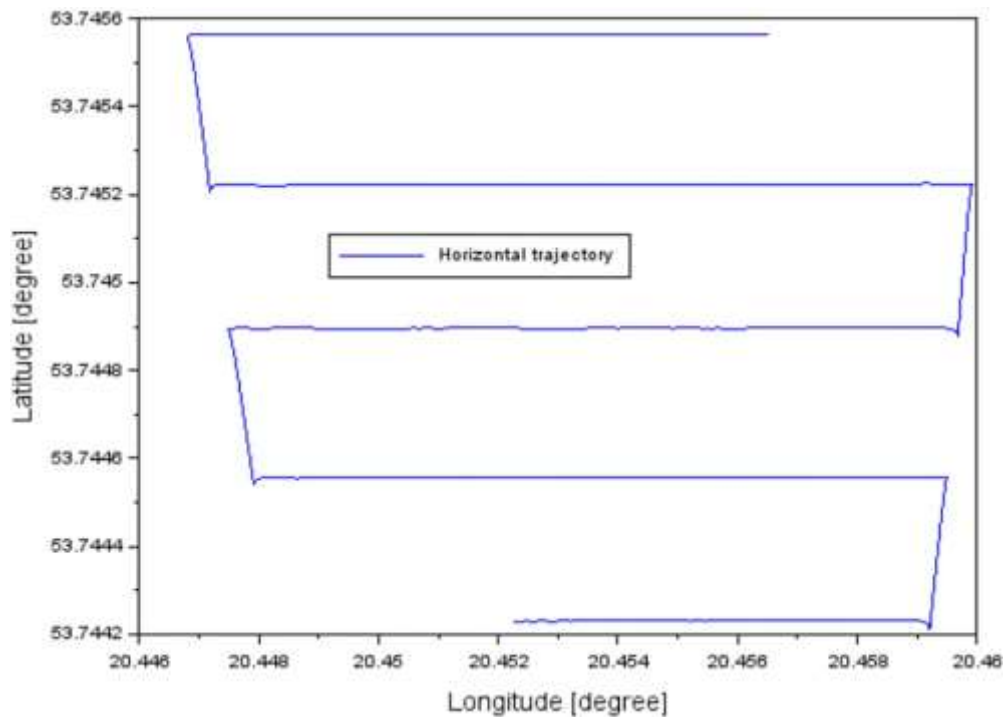


Рисунок 5.4 – Горизонтальна траєкторія РО під час руху 2

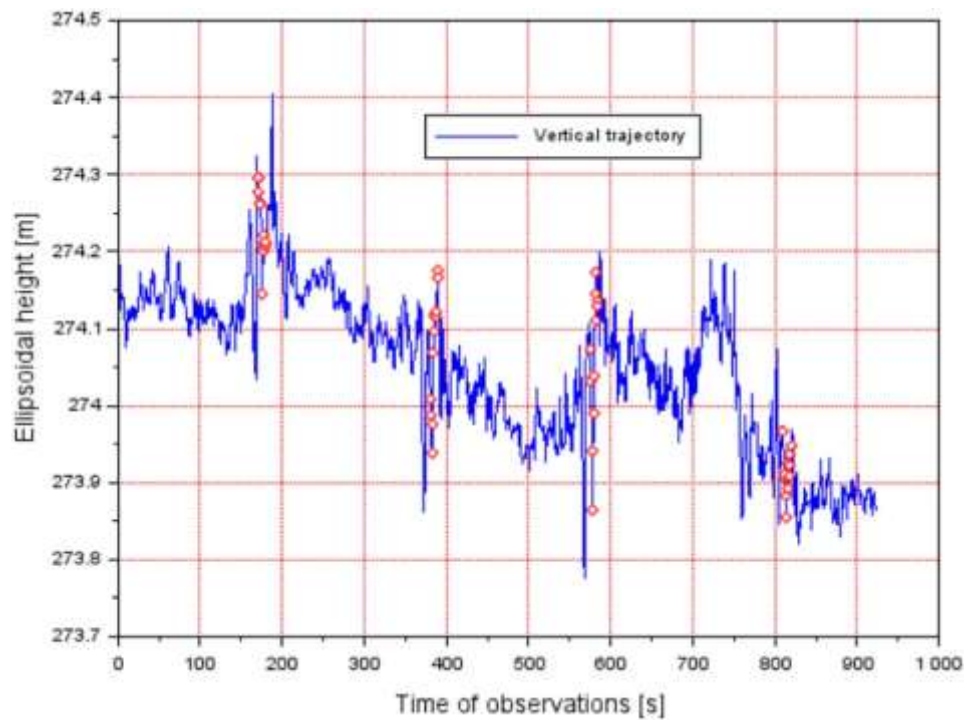


Рисунок 5.5 – Зміна висоти руху РО під час руху 2

В експерименті 2 кількість супутників GPS із доступними поправками EGNOS становила від 7 до 10, тоді як кількість супутників GPS із доступними поправками SDCM також становила від 7 до 10.

Після цього на малюнках 5.8 і 5.9 показано значення PDOP під час руху 1 і 2. Таким чином, під час руху 1 значення PDOP відповідно: від 2,04 до 2,25 для рішення GPS/EGNOS і 1,66 до 2,31 для рішення GPS/SDCM.

Під час руху 2 значення PDOP були: від 2,21 до 2,68 для рішення GPS/EGNOS і від 1,53 до 1,93 для рішення GPS/SDCM. Як можна помітити, значення PDOP були нижчими для рішення GPS/SDCM, ніж для GPS/EGNOS.

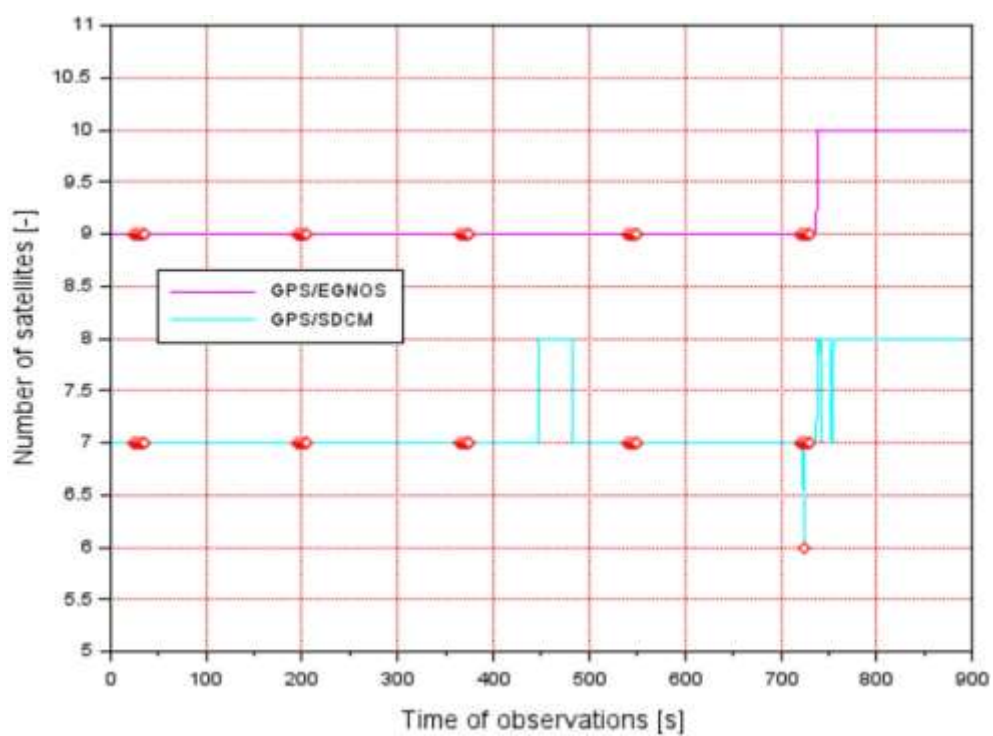


Рисунок 5.6 – Кількість супутників GPS, відстежених за допомогою поправок SBAS під час руху 1

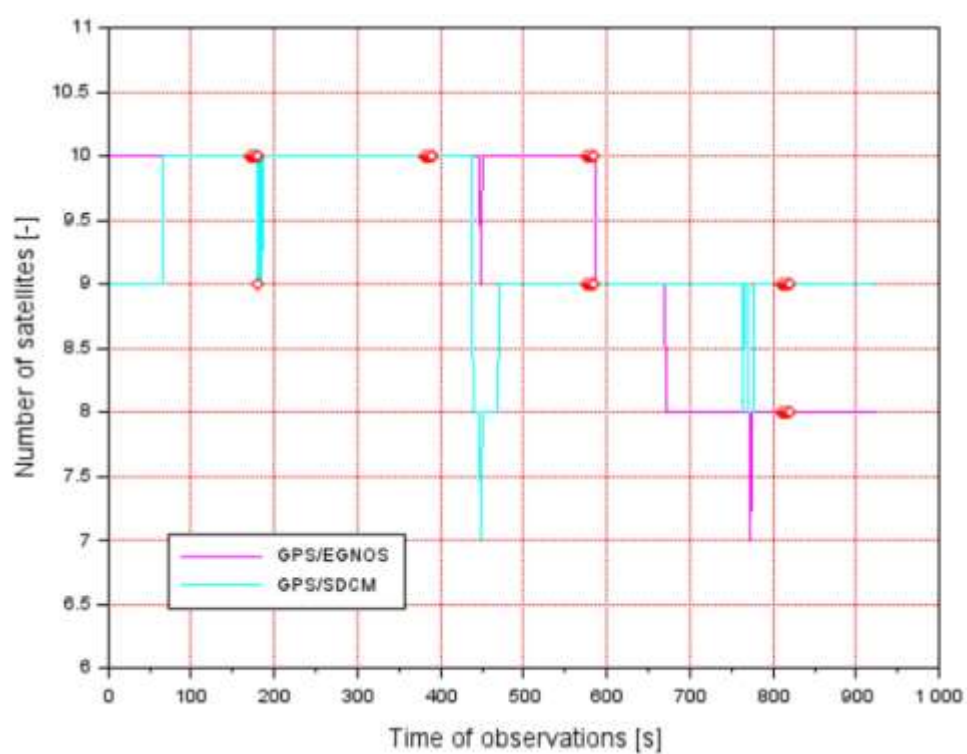


Рисунок 5.7 – Кількість супутників GPS, відстежених за допомогою поправок SBAS під час руху 2

Згодом у таблиці 1 наведено значення стану іоносфери під час руху 1 та руху. Для цього були визначені значення затримки іоносферного VTEC із сітки моделі EGNOS та SDCM. У випадку моделі EGNOS значення параметра VTEC змінюється від 3,125 м до 3,250 м у дослідженні 1 та від 2,750 м до 2,875 м у дослідженні 5. У SDCM, з іншого боку, значення поправки іоносферного VTEC є постійним на 3,375 м у дослідженні 1 та 2,500 м у дослідженні 5. Як показано в таблиці 1, вище значення іоносферних збурень спостерігається в EGNOS ніж у моделі SDCM.

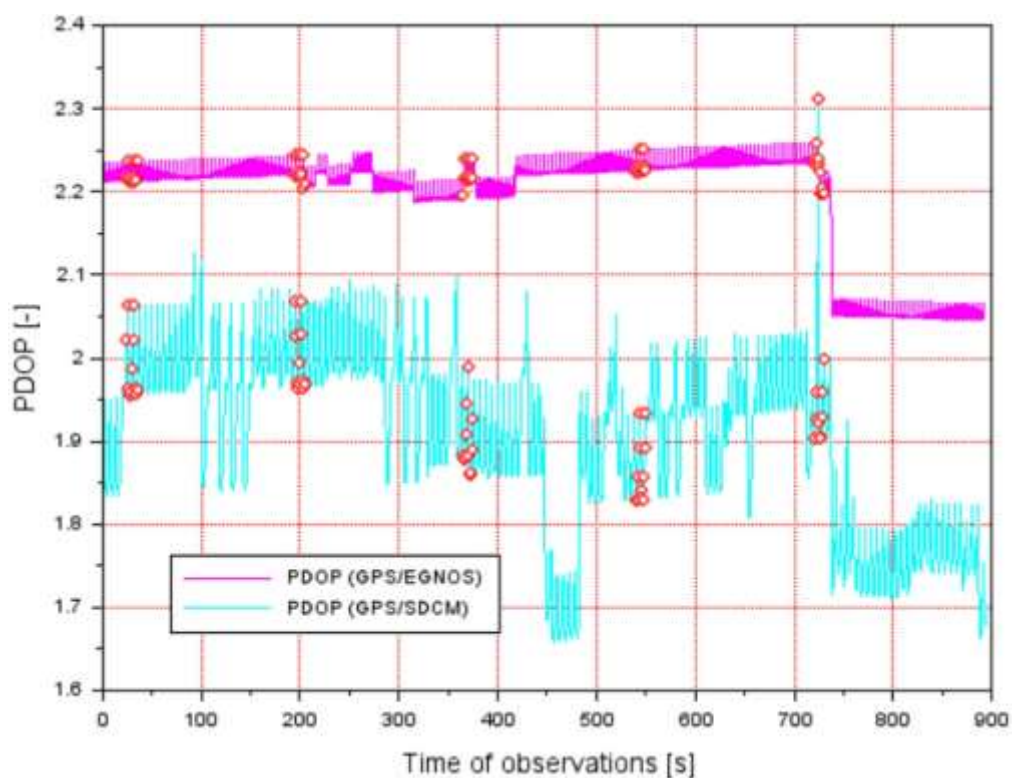


Рисунок 5.8 – Значення PDOP під час руху 1

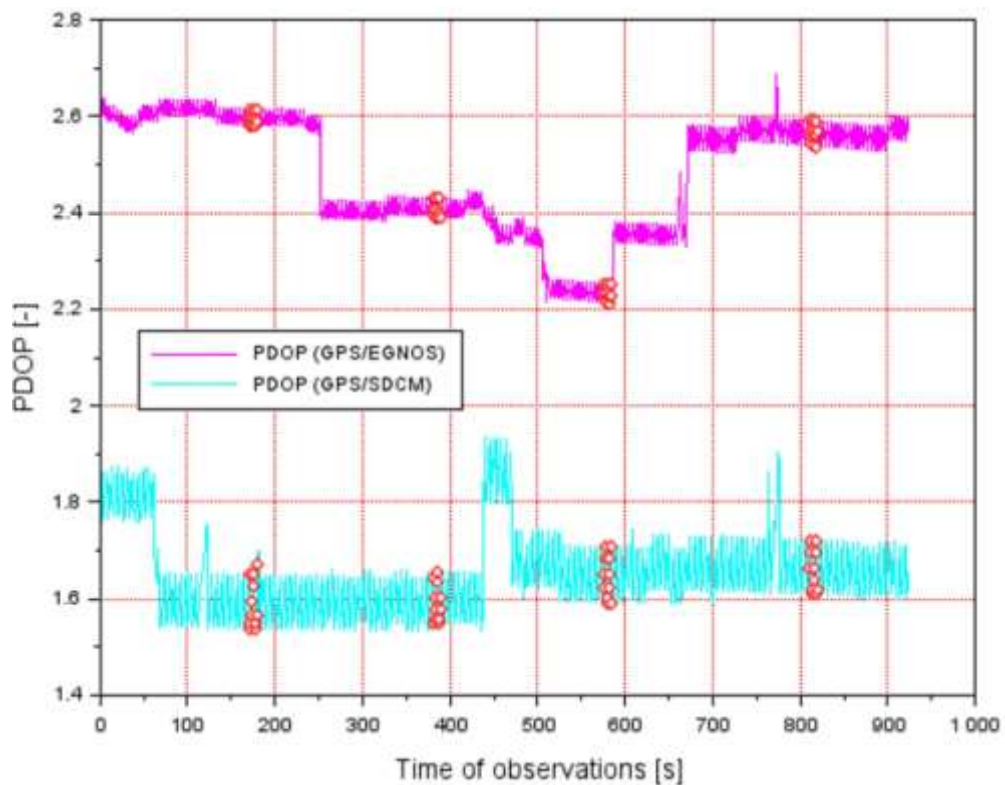


Рисунок 5.49 – Значення PDOP під час руху 2

Розраховані значення параметра VTEC дозволили визначити поправочні коефіцієнти (A_1 , A_2) з математичної моделі (1–3). Таким чином, результати коригувальних коефіцієнтів (A_1 , A_2) наведені в таблиці 5.5. У випадку моделі EGNOS значення коефіцієнта A_1 змінюється від 0,308 до 0,320 у польоті 1 та від 0,348 до 0,363 у дослідженні 5. З іншого боку, у SDCM значення коефіцієнта A_2 є постійним і становить 0,296 у польоті 1 і 0,400 в дослідженні 5. Визначенням значень поправочних коефіцієнтів (A_1 , A_2) з математичної моделі (1–3), можна було визначити результуючу точність позиціонування EGNOS+SDCM за допомогою запропонованої математичної моделі (5.4–5.7).

Тому результати визначення точності позиціонування РО представлені на рисунках 5.10–5.15. По-перше, на рисунках 5.10 і 5.11 показано результати визначення похибки позиціонування для компонента В для дослідження 1 і руху 5. Під час руху 1 похибки розташування для компонента В становили від $-1,48$ м до $+2,82$ м для GPS/EGNOS+GPS/SDCM, та від $+0,36$ м до $+0,80$ м для методу фільтра Калмана відповідно. Крім того, середньоквадратичні

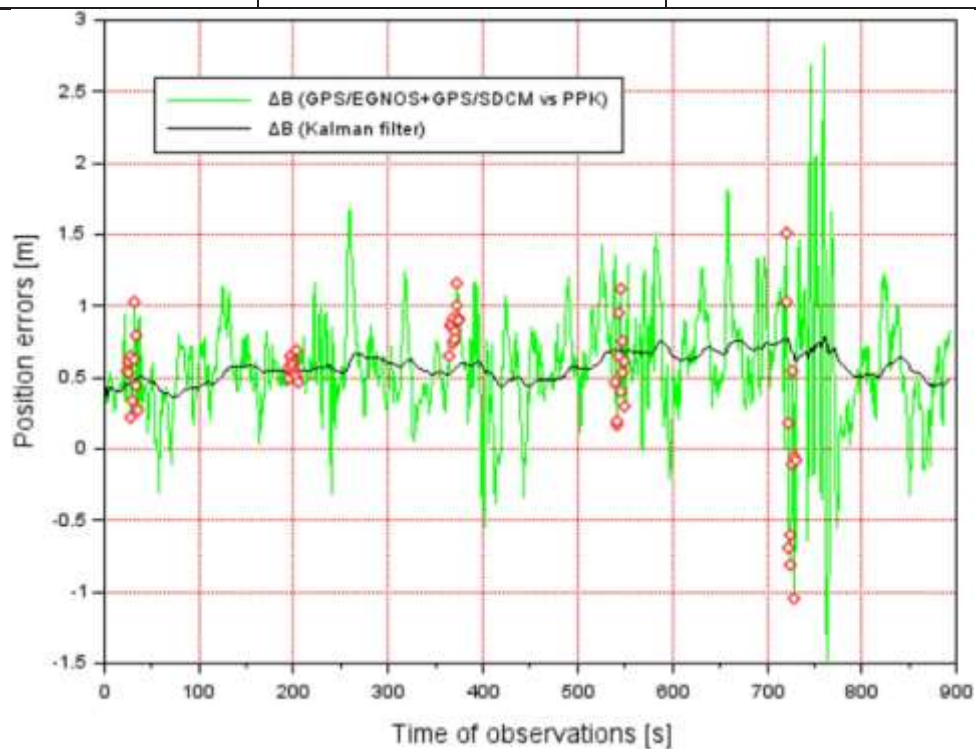
помилки становили відповідно: 0,70 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і 0,58 м для алгоритму фільтра Калмана.

Таблиця 5.1 – Порівняння значень VTEC для рішень EGNOS і SDCM під час польотів 1 і 2

Дослідження	Значення VTEC на основі моделі EGNOS [м]	Значення VTEC на основі моделі SDCM [м]
Рух 1	Від 3,125 до 3,250	3,375
Рух 2	Від 2,750 до 2,875	2,500

Таблиця 5.2 – Порівняння поправочних коефіцієнтів (A1, A2) під час переміщень 1 і 2

Дослідження	Значення поправочного коефіцієнта A1 на основі модель EGNOS [40]	Значення поправочного коефіцієнта A2 на основі модель SDCM 41
Рух 1	Від 0,308 до 0,320	0,296
Рух 2	Від 0,348 до 0,363	0,400



Малюнок 5.10 – Значення похибок позиції для компонента В під час руху 1

З іншого боку, під час руху 2 помилки позиціонування для компонента В становили -2,14 м до +1,89 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і від -0,05 м до +0,81 м для моделі фільтра Калмана відповідно.

Крім того, середньоквадратичні похибки становили відповідно: 0,64 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і 0,55 м для моделі фільтра Калмана.

Результати помилок розташування на рисунку 5.10–5.11 спричинені зміною напрямку РО, як показано червоними крапками. По-друге, на малюнках 5.12 і 5.13 показані результати похибок позиціонування для компонента L у польотах 1 і 5. Під час руху 1 похибки розташування для компонента L становили від -0,32 м до +1,81 м для GPS/EGNOS+GPS/рішення SDCM та від +0,64 м до +0,96 м для моделі фільтра Калмана відповідно. Крім того, середньоквадратичні похибки становили відповідно: 0,80 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і 0,76 м для методу фільтра Калмана.

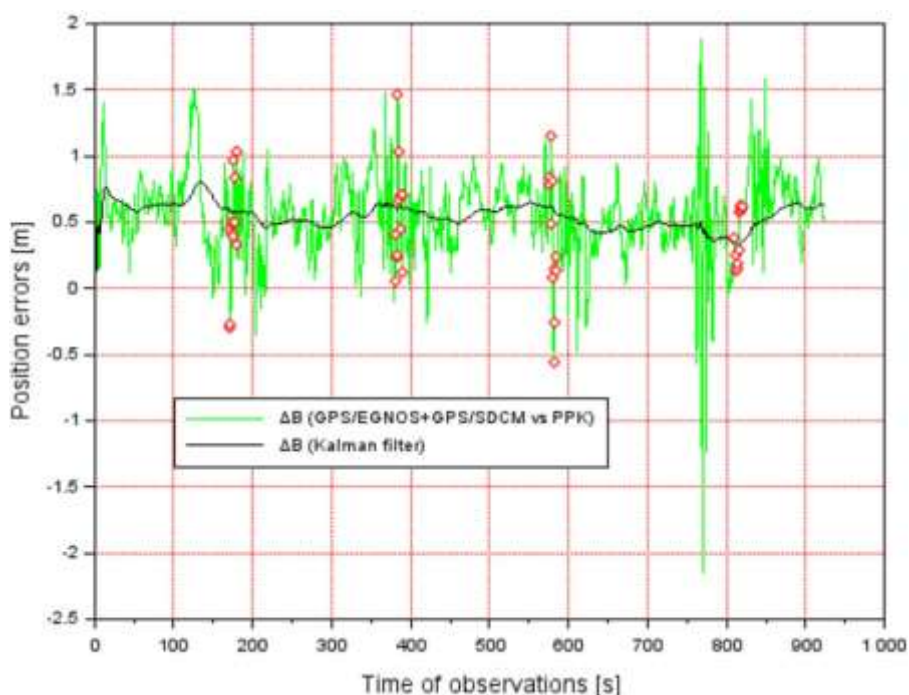


Рисунок 5.11 – Значення похибок розташування для компонента В під час руху 2

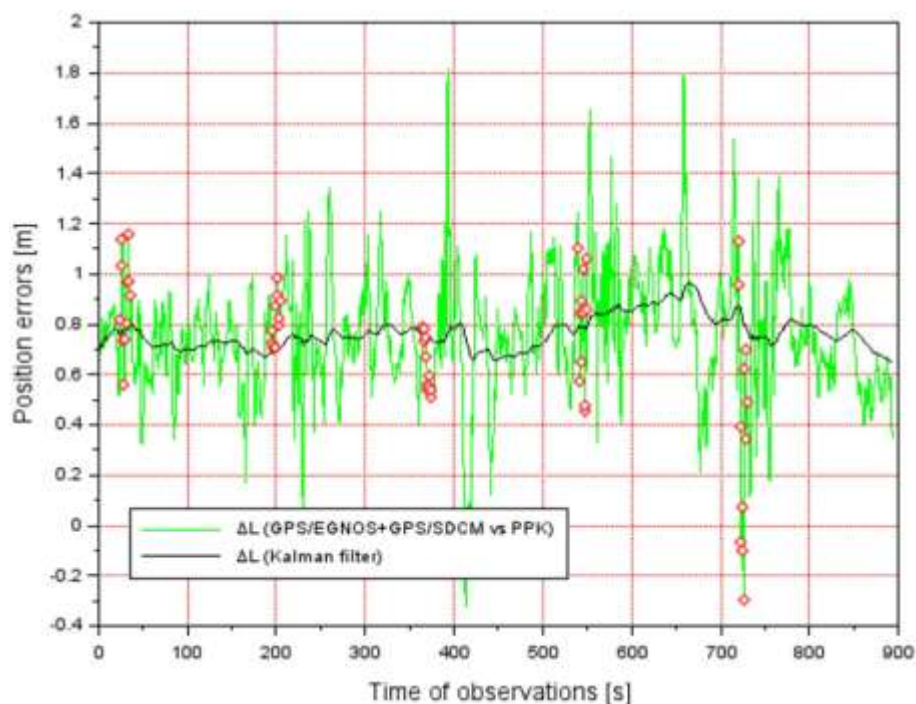


Рисунок 5.12 – Значення похибок позиції для компонента L під час руху 1

З іншого боку, під час руху 2 похибки позиціонування для компонента L становили від -1,33 м до +1,59 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM, і від +0,34 м до +1,33 м для моделі фільтра Калмана відповідно. Крім того, середньоквадратичні помилки становили відповідно: 0,75 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і 0,70 м для моделі фільтра Калмана. Результати помилок розташування на рисунку 5.12–5.13 спричинені зміною напрямку РО, як показано червоними крапками.

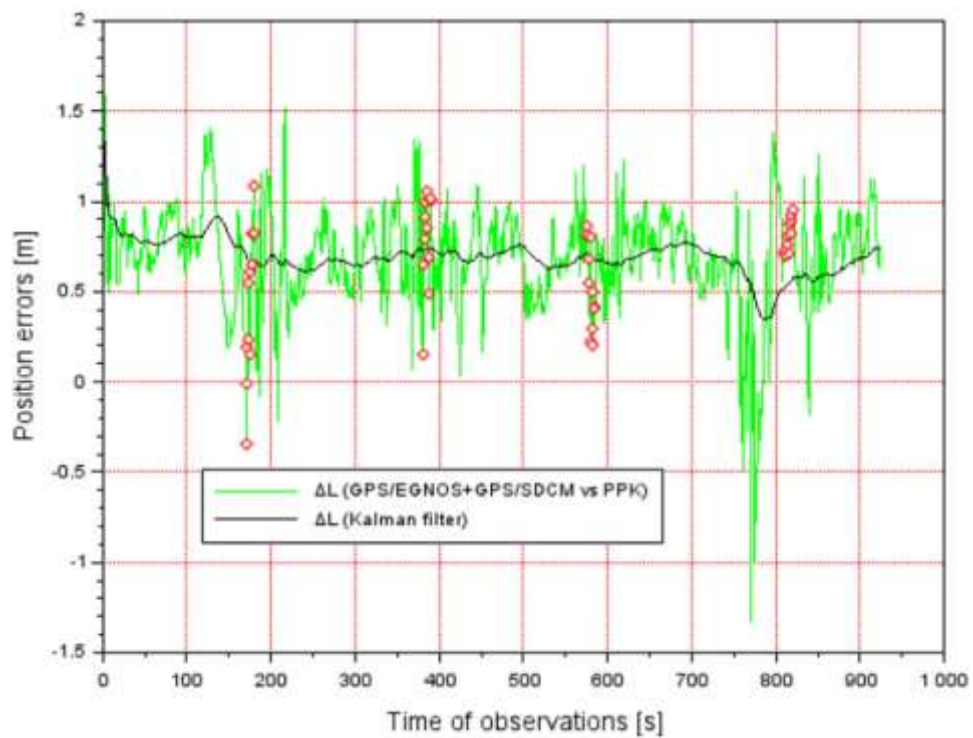


Рисунок 5.13 – Значення похибок позиції для компонента L під час руху 2

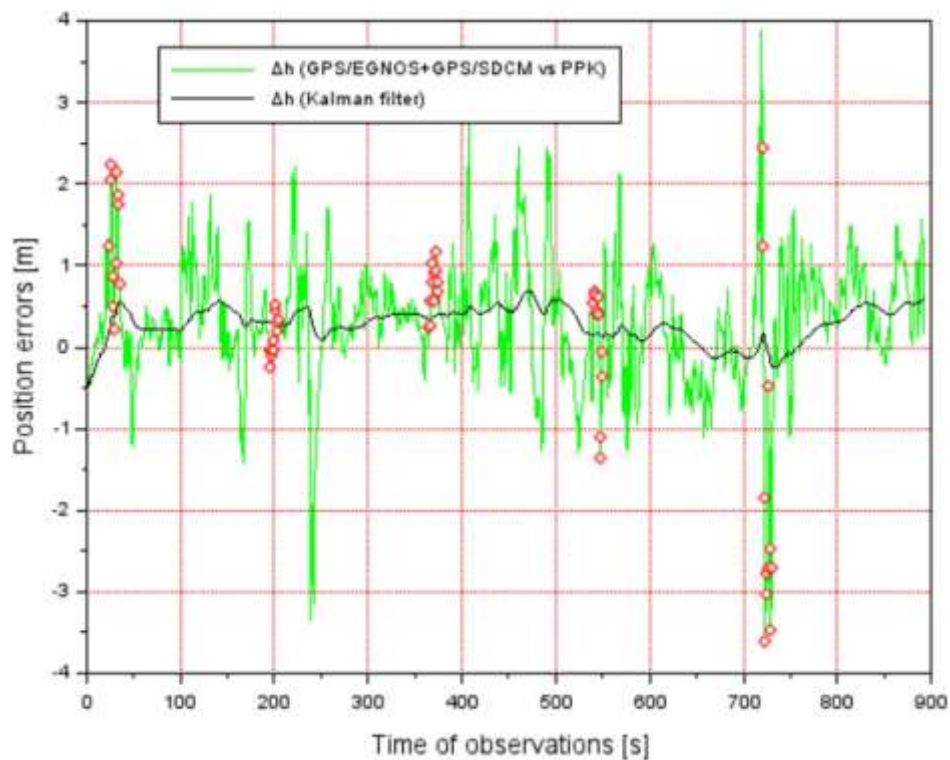


Рисунок 5.14 – Значення похибок позиціонування для компонента h під час руху 1

На малюнках 14 і 15 показано результати похибок позиціонування для компонента h для дослідження 1 і 5. Під час руху 1 похибки розташування для компонента h становили від -3,61 м до +3,90 м для GPS/EGNOS+GPS

/SDCM рішення та від -0,52 м до +0,69 м для моделі фільтра Калмана відповідно.

Крім того, середньоквадратичні помилки становили відповідно: 0,82 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і 0,35 м для моделі фільтра Калмана. Навпаки, під час руху 2 похибки позиціонування для компонента h становили від -2,05 м до +3,17 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і від -0,84 м до +0,80 м для моделі фільтра Калмана відповідно. Крім того, середньоквадратичні помилки становили відповідно: 0,71 м для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM і 0,41 м для моделі фільтра Калмана. Результати помилок розташування на рисунку 5.14–5.15 спричинені зміною напрямку РО, як показано червоними крапками.

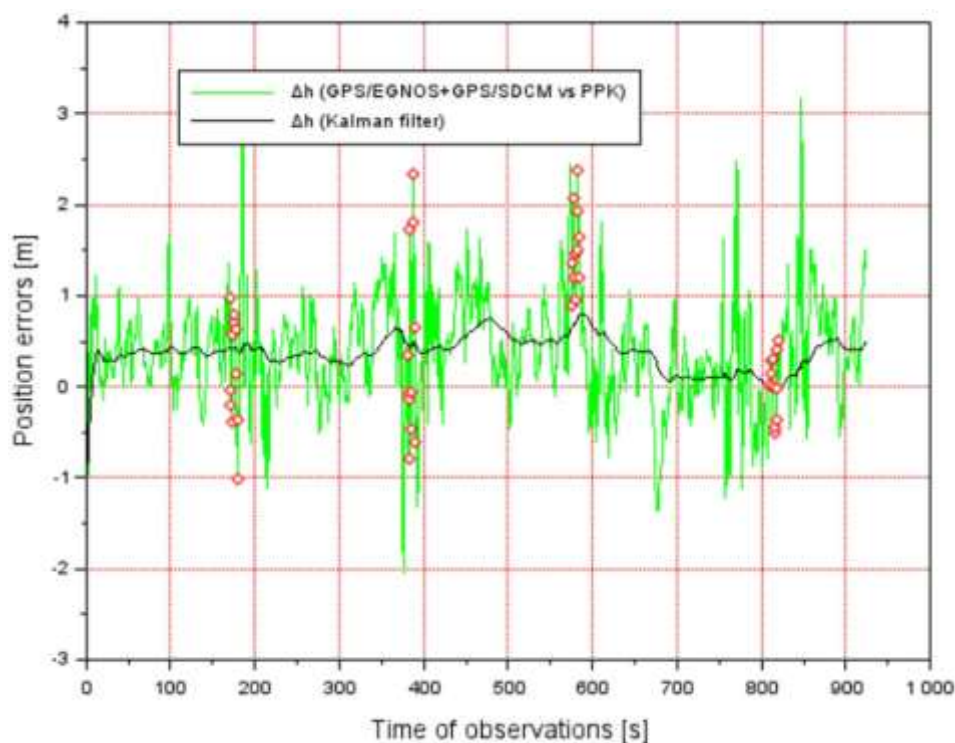


Рисунок 5.15 – Значення похибок позиціонування для компонента h під час руху 2

У рамках проведених досліджень було показано, як запропоноване рішення на основі математичних рівнянь 5.1–5.7 покращило точність позиціонування РО. З цією метою було проведено порівняння відсотка отриманих середньоквадратичних помилок для рішення моделі GPS/EGNOS+GPS/SDCM і фільтра Калмана.

Коли в дослідженні 1 використовується алгоритм фільтра Калмана, RMS помилки покращуються: від 4% до 57% відносно RMS помилок, визначених для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM. Навпаки, в дослідженні 2 середньоквадратичні помилки для алгоритму фільтра Калмана зменшено: від 6% до 42% відносно середньоквадратичних помилок, визначених для рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM. Крім того, варто зазначити, що запропонований математичний алгоритм (5.1–5.7) дає змогу підвищити точність середньоквадратичного значення, відповідно:

- Від 3% до 63% відносно одного GPS/EGNOS рішення для рейсу 1,
- Від 4% до 61% відносно одного рішення GPS/SDCM для рейсу 1,
- Від 3% до 42% відносно одного GPS/EGNOS рішення для рейсу 2,
- Від 10% до 44% відносно єдиного рішення GPS/SDCM для рейсу 5.

Виходячи з порівняння, можна побачити високу ефективність запропонованого алгоритму для підвищення точності позиціонування РО. Таким чином, прийняття рішення поправочного коефіцієнта як функції, оберненої іоносферної поправки VTEC, виявилось правильним і підтверджено позитивно. Крім того, була збережена повторюваність методу випробування для різних даних вимірювання GNSS.

Порівнюючи отримані результати точності прикладного методу дослідження з сучасним аналізом, можна зробити висновок, що:

- розроблений алгоритм щодо підвищення точності позиціонування за допомогою рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM в транспорті подібний до роботи [13],
- У роботі показано ефект SBAS іоносфери поправка на точність визначення положення аналогічно роботам [21, 22, 29, 30],
- розроблений алгоритм дозволяє зменшити помилку позиціонування, що також було використано в інших роботах [48, 49], отримані результати підкреслюють, що точність позиціонування за допомогою рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM краща, ніж за допомогою GPS/EGNOS.

Наведено результати дослідження визначення точності позиціонування GPS/ EGNOS+GPS/SDCM для технології РО. Для цього була розроблена математична середньозважена модель для визначення положення РО, отримана з рішення GPS/EGNOS+GPS/SDCM. Алгоритм враховує коефіцієнти корекції, які є функцією, оберненою до затримки VTEC іоносфери з моделі EGNOS і SDCM. Для визначених координат РО із середньозваженої моделі визначено їх точність у вигляді похибок позиції та середньоквадратичних похибок.

Крім того, алгоритми фільтрації Калмана були використані в аналізі точності для помилок позиції та покращено середньоквадратичні помилки. Розроблений алгоритм стосується визначення точності позиціонування РО за еліпсоїдними координатами BLh.

Алгоритм перевірено на кінематичних даних GPS/SBAS, записаних приймачем GNSS, розміщеним на платформі РО. Випробування проводилися з інтервалом часу і враховували зміну стану іоносфери під час вимірювання. Числові розрахунки проводили за допомогою програм RTKLIB, Topcon MAGNET Tools та Scilab.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Охорона здоров'я працівників, забезпечення безпеки умов праці, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму становить одну з головних турбот людського суспільства. Звертається увага на необхідність широкого застосування прогресивних форм наукової організації праці, зведення до мінімуму ручної, малокваліфікованої праці, створення обстановки, що виключає професійні захворювання й виробничий травматизм [40].

Даний розділ дипломного проекту присвячений розгляду наступних питань:

- визначення оптимальних умов праці оператора системи;
- розрахунок вентиляції;

6.1 Визначення оптимальних умов праці інженера-оператора.

Проектування робочих місць, обладнаних відеотерміналами, відносять до числа найважливіших проблем ергономічного проектування в галузі обчислювальної техніки.

Робоче місце й взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця оператора повинні бути дотримані наступні основні умови:

- оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця;
- достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи й переміщення;

- необхідно природне й штучне освітлення для виконання поставлених завдань;
- рівень акустичного шуму не повинен перевищувати припустимого значення.
- достатня вентиляція робочого місця;

Ергономічними аспектами проектування відеотермінальних робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до розташування документів на робочому місці (наявність і розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрана, документа, клавіатури й т.д.), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого стола, регульованість робочого місця і його елементів.

Головними елементами робочого місця оператора є стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення оператора. Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці й документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташовано в зоні легкої досяжності робочого простору. Моторне поле - простір робочого місця, у якому можуть здійснюватися рухові дії людини.

Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними максимально витягнутими руками при русі їх у плечовому суглобі.

Оптимальна зона - частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними передпліччями при русі в ліктьових суглобах з опорою в крапці ліктя й з відносно нерухливим плечем.

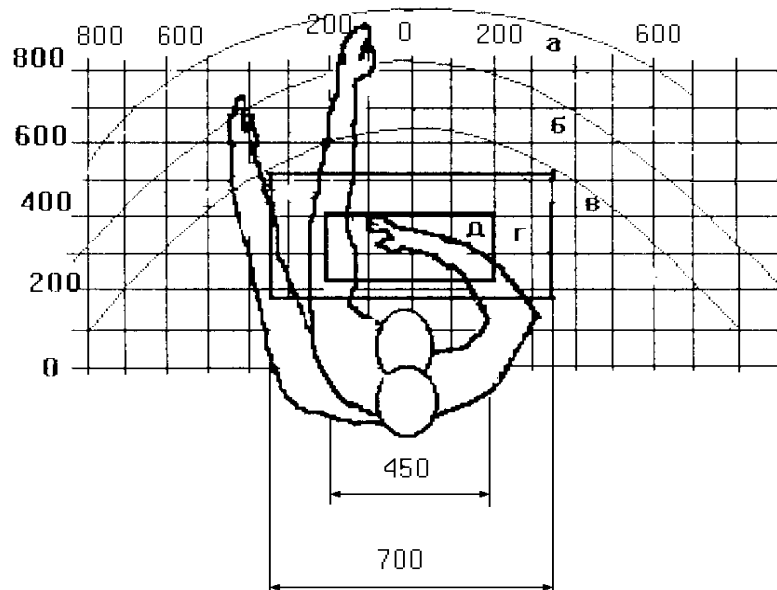


Рисунок 6.1 – Зони досяжності рук у горизонтальній площині.

а - зона максимальної досяжності;

б - зона досяжності пальців при витягнутій руці;

в - зона легкої досяжності долоні;

г - оптимальний простір для грубої ручної роботи;

д - оптимальний простір для тонкої ручної роботи.

Розглянемо оптимальне розміщення предметів праці й документації в зонах досяжності рук:

ДИСПЛЕЙ розміщається в зоні а (у центрі);

КЛАВІАТУРА - у зоні г/д;

СИСТЕМНИЙ БЛОК розміщається в зоні б (ліворуч);

ПРИНТЕР перебуває в зоні а (праворуч);

ДОКУМЕНТАЦІЯ

- 1) у зоні легкої досяжності долоні - в (ліворуч) - література й документація, необхідна при роботі;
- 2) у висувних ящиках стола - література, не використовувана постійно.

При проектуванні робочого стола варто враховувати наступне:

- висота стола повинна бути обрана з урахуванням можливості сидіти вільно, у зручній позі, при необхідності опираючись на підлокітники;

- нижня частина стола повинна бути сконструйована так, щоб програміст міг зручно сидіти, не був змушений підтискати ноги;
- поверхня стола повинна мати властивості, що виключають появу відблисків у полі зору оператора;
- конструкція стола повинна передбачати наявність висувних ящиків (не менш 3 для зберігання документації, лістингів, канцелярських засобів, особистих речей).

Висота робочої поверхні рекомендується в межах 680-760 мм. Висота робочої поверхні, на яку встановлюється клавіатура, повинна бути 650 мм. Велике значення надається характеристикам робочого крісла. Так, рекомендується висота сидіння над рівнем підлоги повинна бути в межах 420-550 мм. Поверхня сидіння рекомендується робити м'якої, передній край закругленим, а кут нахилу спинки робочого крісла - регульованою.

Необхідно передбачати при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від відеотерміналу, між монітором і клавіатурою й т.п. Крім того, у випадках, коли відеотермінал має низьку якість зображення, відстань від очей до екрана роблять більше (близько 700 мм), відстань від ока до документа (300-450 мм). Взагалі при високій якості зображення на відеотерміналі відстань від очей користувача до екрана, документа й клавіатури можуть бути рівним.

Положення екрана визначається:

- відстанню зчитування (0.60 + 0.10 м);
- кутом зчитування, напрямком погляду на 20 нижче горизонталі до центра екрана, причому екран перпендикулярний цьому напрямку.

Повинна передбачатися можливість регулювання екрана:

- по висоті +3 см;
- по нахилу від 10 до 20 щодо вертикалі;
- у лівому і правому напрямках.

Зоровий комфорт підкоряється двом основним вимогам:

- чіткості на екрані, клавіатурі й у документах;
- освітленості й рівномірності яскравості між навколишніми об'єктами й різними ділянками робочого місця;

Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. При незручній робочій позі можуть з'явитися болі в м'язах, суглобах і сухожиллях. Вимоги до робочої пози користувача відеотермінала наступні: шия не повинна бути нахилена більш ніж на 20° (між віссю "голова-шия" і віссю тулуба), плечі повинні бути розслаблені, лікті - перебувати під кутом $80^\circ - 100^\circ$, передпліччя й кисті рук - у горизонтальному положенні.

Характеристики використовуваного робочого місця:

- висота робочої поверхні стола 750 мм;
- висота простору для ніг 650 мм;
- висота сидіння над рівнем підлоги 450 мм;
- поверхня сидіння м'яка із закругленим переднім краєм;
- передбачена можливість розміщення документів праворуч і ліворуч;
- відстань від ока до екрана 700 мм;
- відстань від ока до клавіатури 400 мм;
- відстань від ока до документів 500 мм;
- можливе регулювання екрана по висоті, по нахилу, у лівому і в правому напрямках;

Створення сприятливих умов праці й правильне естетичне оформлення робочих місць на виробництві має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення його привабливості, що позитивно впливає на продуктивність праці. При розробці оптимальних умов праці оператора необхідно враховувати освітленість, шум і мікроклімат.

6.2 Розрахунок освітленості робочого місця

Рациональне освітлення робочого місця є одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність трудової діяльності людини, що

попереджають травматизм і професійні захворювання. Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці. Освітлення на робочому місці оператора повинне бути таким, щоб працівник міг без напруги зору виконувати свою роботу. Стомлюваність органів зору залежить від ряду причин:

- недостатність освітленості;
- надмірна освітленість;
- неправильний напрямок світла.

Недостатність освітлення приводить до напруги зору, послабляє увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування й різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтувати працюючого.

Розрахунок освітленості робочого місця зводиться до вибору системи освітлення, визначенню необхідного числа світильників, їхнього типу й розміщення. Процес роботи оператора в таких умовах, коли природне освітлення недостатнє або відсутнє. Виходячи із цього, розрахуємо параметри штучного освітлення.

Штучне освітлення забезпечується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп накаливання й люмінесцентних ламп. Будемо використовувати люмінесцентні лампи, які в порівнянні з лампами накаливання мають істотні переваги:

- по спектральному составі світла вони близькі до денного, природного освітлення;
- володіють більше високим ККД (в 1.5-2 рази вище, ніж ККД ламп накаливання);
- мають підвищену світловіддачу (в 3-4 рази вище, ніж у ламп накаливання);

- більше тривалий термін служби.

Розрахунок освітлення виробляється для кімнати площею 36 м², ширина якої 4.9 м, висота - 4.2 м. Скористаємося методом світлового потоку.

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \text{ де}$$

F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E - нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається по таблиці). Роботу оператора, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде E = 300 Лк при газорозрядних лампах;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашім випадку S = 36 м²);

Z - відношення середньої освітленості до мінімального (звичайно приймається рівною 1.1-1.2, нехай Z = 1.1);

K - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашім випадку K = 1.5);

n - коефіцієнт використання, виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, колір стін і стелі, характеризованих коефіцієнтами відбиття від стін (Рс) і стелі (Рп), значення коефіцієнтів Рс і Рп визначимо по таблиці залежностей коефіцієнтів відбиття від характеру поверхні: Рс=30%, Рп=50%. Значення n визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \text{ де}$$

S - площа приміщення, $S = 36 \text{ м}^2$;

h - розрахункова висота підвісу, $h = 3.39 \text{ м}$;

A - ширина приміщення, $A = 4.9 \text{ м}$;

У - довжина приміщення, $В = 6.35 \text{ м}$.

Підставивши значення одержимо:

$$I = \frac{3.6}{3.39 \cdot (4.9 + 7.35)} = 0.8$$

Знаючи індекс приміщення I, R_c і R_p , по таблиці знаходимо $n = 0.28$

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку

F:

$$F = \frac{300 \cdot 1.5 \cdot 36 \cdot 1.1}{0.28} = 63642.857 \text{ Лм}$$

Для освітлення вибираємо люмінесцентні лампи типу ЛБ40-1, світловий потік яких $F = 4320 \text{ Лк}$.

Розрахуємо необхідну кількість ламп за формулою:

$$N = \frac{F}{F_l}, \text{ де}$$

N - обумовлене число ламп;

F - світловий потік, $F = 63642,857 \text{ Лм}$;

F_l - світловий потік лампи, $F_l = 4320 \text{ Лм}$.

$$N = \frac{63642.857}{4320} = 15 \text{ шт.}$$

При виборі освітлювальних приладів використовуємо світильники типу ОД. Кожний світильник комплектується двома лампами. Розміщаються світильники двома рядами, по чотирьох у кожному ряді.

7 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Цивільна оборона являє собою систему загальнодержавних заходів, які здійснюються у мирний та воєнний час для захисту населення і народного господарства від зброї масового знищення та інших засобів ураження, наслідків аварій, катастроф, пожеж, а також для проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт в осередках ураження та в районах стихійних лих (повені, землетрусів, зсувів ґрунту та ін.).

7.1 Основні вражаючі фактори ядерних вибухів, їхні параметри і наслідки впливу на людей

Основними вражаючими факторами ядерного вибуху є: повітряна ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, радіоактивне зараження та електромагнітний імпульс. Всі ці вражаючі фактори можуть в різній мірі впливати на функціонування об'єкта.

При ядерному вибуху можуть виникати вторинні вражаючі фактори: пожежі, вибухи, зараження отруйними і сильно діючими отруйними речовинами (СДОР) місцевості, атмосфери та водойм, катастрофічне затоплення в зонах, розміщених нижче дамб гідровузлів, і т. п. Вторинні вражаючі фактори ядерного вибуху в ряді випадків можуть здійснити значний вплив на роботу об'єкта.

Ударна хвиля – основний вражаючий фактор ядерного вибуху. При вибуху в атмосфері на долю ударної хвилі припадає 50 % енергії вибуху. Ударна хвиля представляє собою область сильно стиснутого повітря, що розповсюджується у всі сторони від центра вибуху із надзвуковою швидкістю.

Ударна хвиля має фазу стискування і фазу розрідження. Найбільший тиск повітря спостерігається на зовнішній межі фази стискування – у фронті хвилі.

Ударна хвиля уражає людей, руйнує або пошкоджує будинки, споруди, обладнання, техніку та майно. Ударна хвиля уражає незахищених людей в результаті безпосереднього (прямого), а також непрямого впливу, спричиняючи травми різного ступеня.

При безпосередньому впливі ударної хвилі причиною ураження є надлишковий тиск. При непрямому впливі – люди уражаються шматками зруйнованих будинків, уламками скла та іншими предметами, що переміщуються під дією швидкісного напору.

Світлове випромінювання ядерного вибуху представляє собою електромагнітне випромінювання в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях спектру.

На долю світлового випромінювання припадає 30...40 % всієї енергії атомного або термоядерного вибуху. На відкритій місцевості світлове випромінювання володіє великим радіусом дії порівняно з ударною хвилею і проникаючою радіацією.

Вражаюча дія світлового випромінювання визначається поглинутою частиною енергії світлового імпульсу, яка, перетворюючись в теплову, нагріває опромінюваний об'єкт. Світлове випромінювання, впливаючи на незахищених людей, викликає опіки відкритих ділянок тіла і уражає очі.

В результаті впливу світлового випромінювання на матеріали може відбутися їх короблення, розтріскування, плавлення, обвуглювання або загоряння.

Ступінь ураження будь-якого матеріалу під дією світлового випромінювання при одному і тому ж світловому імпульсі залежить від коефіцієнта поглинання, фізичних властивостей (густини, теплоємності, теплопровідності), товщини матеріалу та інших факторів.

Вплив світлового випромінювання ядерного вибуху на будинки та споруди об'єктів народного господарства проявляється у виникненні загорянь та пожеж, що викликають руйнування і знищення матеріальних

цінностей, в ряді випадків переважаючі за масштабами руйнування від ударної хвилі.

Вторинними вражаючими факторами ядерного вибуху є вибухи, пожежі, затоплення, зараження атмосфери та місцевості, падіння пошкоджених конструкцій будівель, виникаючі в результаті руйнувань та пожеж, викликаних ядерним вибухом.

Ядерний вибух супроводжуються сильними радіоактивними випромінюваннями. Радіоактивними називаються випромінювання, що виникають при радіоактивному розпаді ядер атомів.

Основним параметром, що характеризує вражаючу дію ядерних випромінювань, є поглинена доза радіації (доза опромінення).

Доза радіації – це кількість енергії радіоактивних випромінювань, поглинена одиницею маси опромінюваної речовини.

Другою характеристикою степені впливу випромінювань є потужність дози (рівень радіації) – доза, приведена до одиниці часу (доза, що накопичується протягом одиниці часу).

Радіоактивне випромінювання, яке утворюється безпосередньо при ядерному вибуху, називається проникаючою радіацією.

Ядерні випромінювання, іонізуючи молекули живих тканин, здійснюють шкідливу біологічну дію на людину, що приводить до порушення життєвих функцій окремих органів та систем і до розвитку променевої хвороби.

Радіоактивне зараження – це зараження поверхні землі, атмосфери, водойм і різних предметів радіоактивними речовинами, що випали з хмари ядерного вибуху.

Ядерний вибух супроводжується електромагнітним випромінюванням у вигляді потужного короткого імпульсу, вражаючого головним чином електричну та електронну апаратуру.

Основні параметри електромагнітного імпульсу (EMI).

Основними параметрами ЕМІ, визначаючими вражаючу дію, є характер зміни напруженості електричного та магнітного полів в часі (форма імпульсу) і максимальна напруженість поля (амплітуда імпульсу).

Вражаюча дія ЕМІ.

На утворення ЕМІ витрачається невелика частина ядерної енергії, проте він здатний викликати високі імпульси струмів та напруг в дротах і кабелях повітряних і підземних ліній зв'язку, сигналізації, керування, електропередачі, в антенах радіостанцій і т. п.

Дія ЕМІ може спричинити згоряння чутливих електронних та електричних елементів, зв'язаних з великими антенами або відкритими проводами (електромережа), а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях, зазвичай без безповоротних змін. Отже, вплив ЕМІ необхідно враховувати для всіх електричних і електронних систем. Для найбільш важливих пристроїв потрібно застосовувати засоби захисту і підвищувати їх стійкість до ЕМІ.

Особливістю ЕМІ як вражаючого фактора є його здатність розповсюджуватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі по різноманітних комунікаціях (мережах електро- та водопостачання, провідного зв'язку і т. п.). Тому ЕМІ може здійснити вплив на об'єкти там де ударна хвиля, світлове випромінювання і проникаюча радіація втрачають своє значення як вражаючі фактори.

7.2 Методи захисту та безпека підприємств промисловості, відновлення інженерно-технічного комплексу цеху (заводу)

Підвищення надійності об'єкту по суті досягається шляхом підсилення найбільш слабких елементів і ділянок об'єкту. Для цього на кожному об'єкті заздалегідь на основі досліджень планується і проводиться великий об'єм робіт, який включає в себе виконання організаційних і інженерно технічних заходів. Особливо важливе значення має проведення інженерно технічних

заходів. Досягнення сучасної науки і техніки дозволяють впроваджувати такі рішення, при яких підприємство буде надійно до дії на нього навіть великих тисків. Але це пов'язано з великими затратами, які можуть бути оправдані тільки гострою необхідністю охорони унікальних, особливо важливих елементів об'єкту.

Для відпрацювання заходів підприємства по підвищенню надійності потрібно підходити обдумано, всесторонньо оцінюючи їх технічну і економічні сторони. Заходи будуть економічно обґрунтовані в тому випадку, якщо вони максимально пов'язані з задачами, які вирішуються в мирний час з ціллю забезпечення безаварійної роботи об'єкту поліпшення умов праці, удосконаленні виробничого процесу. Приміром таких рішень можуть служити використання сховищ для охоронних цілей і обслуговування населення, будівництво підземних ємностей для горючих, отруйних і агресивних рідин і газів. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві, так як при новому будівництві, так як в процесі проектування в багатьох випадках можна досягнути логічного поєднання загальних інженерних рішень з охоронними заходами ГО, що знизить затрати на їх реалізацію. На діючих об'єктах заходи по підвищенню стійкості їх роботи потрібно проводити в процесі реконструкції або виконанні других ремонтно-будівних робіт.

7.3 Висновки розділу

Основні заходи для рішення задач підвищення безпеки роботи підприємств:

- захист робочих і службовців від зброї масового ураження;
- підвищення надійності важливих елементів об'єктів і вдосконалення технологічного процесу;
- підвищення стійкості матеріально технічних поставок;
- підвищення стійкості управління об'єктом;

- розробка заходів по зменшенню виникнення вторинних факторів враження і наслідків після них;
- підготовка до відновлення виробництва після ураження об'єкту.

Розробка і впровадження заходів по підвищенню стійкості роботи об'єкта в більшості випадків проводиться в мирний час.

Підвищення стійкості технологічного процесу

Насичення сучасних технологічних ліній засобами автоматики, телемеханіки, електронної і напівпровідникової техніки в значній мірі сприяє вдосконаленню технологічних процесів, але в цей час робить ці процеси більш вразливі до вражаючих факторів ядерного вибуху.

Необхідні вимоги надійності технологічного процесу – стійкість системи управління і безперебійне забезпечення всіма видами енергозабезпечення.

Санітарні профілактичні заходи

Санітарна обробка – це комплекс заходів по ліквідації зараження робітників, населення радіоактивними, отруйними речовинами або бактеріальними засобами – складова частина спеціальної обробки. Своєчасне і якісне проведення санітарної обробки: знезаражування поверхні тіла і поверхневих слизистих оболонок, одягу і взуття значно знижують можливість ураження людей, які знаходились в зонах ураження, і в цілому попереджують розповсюдження інфекції за межі зони бактеріологічного зараження. Поділяються вони на частинну і повну.

Під частинною санітарною обробкою розуміється механічна очистка і обробка відкритих ділянок тіла, зовнішніх поверхонь одягу, взуття, засобів індивідуальної безпеки або протирання за допомогою індивідуальних протихімічних пакетів. Вона проводиться в епіцентрі ураження в ході проведення СНАВР, і носить характер недовготривалої і переслідує ціль попередити небезпеку вторинного інфекціонування людей.

Повна санітарна обробка – знезаражування тіла людини дезінфікуючою рецептурою, обмивка людини зі зміною білизни і одягу, дезінфекція (дезінсекція) знятого одягу. Ціль обробки – повне знезаражування від радіоактивних, отруйних речовин одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, поверхнею тіла і слизових оболонок. Повною санітарною обробкою підлягають робочі, службовці і евакуйоване населення після виходу з вогнищ ураження. Усі обмивочні пункти потрібно розміщувати по єдиній схемі, відповідно до якої будуть ставитися інші приміщення : регулювальний пост, площадка зрошення верхнього одягу і взуття, роздягальня, обмивочна, гардероб, а також допоміжні приміщення для складування мішків з зараженим одягом, обмінний фонд одягу і взуття, медичний пункт, кімната матері і дитини, кімната працівників обмивочного пункту, комірка, туалет. Приміщення повинні розділятися на “брудну” і “чисту” половини.

Знезараження одягу, взуття і засобів індивідуального захисту в залежності від ситуації і можливостей проводиться: камерним методом; газовим способом в пристосуваннях камерах, ємностях, приміщеннях; замочуваннях в розчинах дезинфектантів; під час прання в пральних машинах. Можливо також знезаражування одягу парами формальдегіду в поліетиленових мішках при кімнатній температурі. Найбільш реальний метод знезаражування документів – газовий : дією суміші окису етилену і бромистого метилу в поліетиленових мішках при дозуванні 2 мкл препарату на 1 л об’єму при температурі 35 градусів на протязі 1 години.

ВИСНОВОК

У результаті проведення дослідження на тему «Розробка та дослідження автоматизованої системи GPS позиціонування» була сформульована низка важливих висновків, що стосуються як теоретичних, так і практичних аспектів створення та впровадження таких систем.

Систематизовано теоретичні основи GPS позиціонування. У роботі було детально проаналізовано основні принципи роботи GPS-технологій, а також їх структурні компоненти. Це дозволило визначити ключові елементи автоматизованої системи позиціонування, що включає приймання та обробку сигналів, алгоритми позиціонування, а також елементи корекції, які підвищують точність отриманих даних.

Розроблено автоматизовану систему GPS позиціонування. На основі проведеного аналізу розроблений прототип автоматизованої системи GPS позиціонування, що включає апаратні та програмні компоненти. Система продемонструвала свою здатність ефективно і точно визначати геолокацію об'єктів у реальному часі, що є критично важливим для ряду застосувань, таких як управління автопарком, логістика, охорона навколишнього середовища та багато інших.

Проведене експериментальне дослідження показало високий рівень точності та надійності розробленої системи. Результати тестування підтвердили, що впроваджені алгоритми обробки даних можуть суттєво знизити похибки позиціонування завдяки використанню сучасних методів корекції сигналів.

Проаналізовано функціональні можливості. Дослідження функціональних можливостей системи в реальних умовах виявило широкий спектр її застосувань. Вона може бути інтегрована в різноманітні сфери, від

комерційного сектора (управління автопарками) до державного (системи екстреного реагування та моніторинг природних ресурсів).

Рекомендації щодо подальшого розвитку автоматизованих систем GPS позиціонування включають впровадження нових технологій, таких як EGNOS і Galileo, для підвищення точності та надійності, а також розвиток інтерфейсів для інтеграції з іншими системами управління та моніторингу.

У підсумку, результати цієї роботи підтверджують значний потенціал розробленої автоматизованої системи GPS позиціонування для застосування в сучасному світі. Виконане дослідження створює основу для подальших інновацій у сфері навігаційних технологій, які можуть суттєво вплинути на ефективності управління в різних галузях та забезпечення безпеки.

У кваліфікаційній роботі було досліджено сутність та різноманітні аспекти застосування GPS-технологій у сучасному світі, зокрема їх вплив на автоматизацію процесів управління автопарками, підвищення точності позиціонування та розвиток навігаційних систем.

1. **Аналіз автоматизованих систем GPS трекінгу.** Визначено, що автоматизовані системи GPS-відстеження, такі як Verizon Connect, Samsara, Teletrac Navman та інші, надають широкий спектр функцій, які сприяють оптимізації маршрутів, зниженню витрат на паливе та покращенню управління персоналом. Вони забезпечують значний ступінь інтеграції і сучасності в управлінні транспортом, що, в свою чергу, підвищує ефективність бізнес-процесів.
2. **Підвищення точності позиціонування.** Дослідження алгоритмів та методів підвищення точності позиціонування GPS, таких як корекція іоносфери та використання систем SBAS, підтвердило важливість цих технологій для забезпечення точності в критично важливих застосуваннях, таких як військова справа, геодезія та рятувальні операції.

3. **Технологічні аспекти навігаційних систем.** Вивчення складових навігаційної системи GPS та різноманітності її застосувань продемонструвало, що технології позиціонування є невід'ємною частиною сучасного життя, оскільки вони використовуються в таких сферах, як транспорт, сільське господарство, охорона здоров'я та багато інших.
4. **Проектна частина.** Аналіз функціональних можливостей сучасних модулів позиціонування, таких як ATGM336H-5N та NEO-7, підтвердив їх ефективність та функціональність, що робить їх перспективними для використання в різних прикладних задачах.
5. **Охорона праці та безпека життєдіяльності.** Визначення оптимальних умов праці для інженерів-операторів та дослідження безпеки в надзвичайних ситуаціях підкреслило важливість належного контролю за умовами роботи і підготовки персоналу для ефективного та безпечного застосування технологій GPS.

Загалом, результати цієї роботи свідчать про те, що GPS-технології мають величезний потенціал для подальшого розвитку та впровадження в різноманітних сферах, сприяючи підвищенню ефективності, точності та безпеки в сучасному суспільстві. Подальші дослідження в цій галузі можуть зосередитися на інтеграції нових алгоритмів та розширенні функціональних можливостей існуючих систем, а також на забезпеченні безпеки та надійності навігаційних технологій у критичних умовах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Cooksey, D. NAVSTAR Global Positioning System (GPS) facts. (n.d.). <http://www.montana.edu/gps/NAVSTAR.html> .
2. National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing. GPS.GOV. (2016). <http://www.gps.gov/>.
3. Lombardi, M.A. (2012). Microsecond accuracy at multiple sites: Is it possible without GPS.
4. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, October 2012, 14–21.
5. Lombardi, M.A., Nelson, L.M., Novick, A.N., & Zhang, V.S. (2001). Time and frequency measurements using the Global Positioning System. *Cal Lab The International Journal of Metrology*, July–September, 2001, 26–33.
6. Sharma, K.K. (2012). *Fundamentals of radar, sonar and navigation engineering (with guidance)*. New Delhi: S.K. Kataria & Sons.
7. Uren, J. & Price, W.F. (2010) *Surveying for engineers* (5th ed.). London, New York, & Shanghai: Palgrave Macmillan.
8. Wang, Y., Forman, G., & Wei, H. (2015). Mining large-scale GPS streams for connectivity refinement of road maps. *The Computer Journal*, 58(9), 2109–2119.
9. Zhu, Y., & Vonderohe, A. P. (n.d.). Accuracies of laser rangefinders and GPS for determining distances on golf courses. Retrieved from <http://laserisbetter.com/wordpress/wp-content/uploads/2009/03/accuraciesofrangefinders-drvonderohe.pdf>.
10. Kavanagh, B. & Slattery, D.K. (2014). *Surveying with construction applications* (8th ed.). London & New York: Pearson.
11. Ashby, N. (2003). Relativity in the global positioning system. *Living Reviews in Relativity*, 6 (1), 1–42, Retrieved from <http://relativity.livingreviews.org/Articles/lrr-2003-1/>.

12. Forsell, B. (n.d.). The dangers of GPS/GNSS. Coordinates, Feb. Retrieved from [http:// mycoordinates.org/the-dangers-of-gpsgnss](http://mycoordinates.org/the-dangers-of-gpsgnss).
13. Seo, J., Walter, T., Chiou, T.-Y., & Enge, P. (2009). Characteristics of deep GPS signal fading due to ionospheric scintillation for aviation receiver design. *Radio Science*, 44(1), 1–10.
14. Diahovchenko I., Kolcun M., Čonka Z., Savkiv V., Mykhailyshyn R. Progress and challenges in smart grids: Distributed generation, smart metering, energy storage and smart loads. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering*, 2020. Vol. 44. P. 1319-1333. <https://doi.org/10.1007/S40998-020-00322-8>.
15. Palamar A., Pettai E., Beldjajev V. Control System for a Diesel Generator and UPS Based Microgrid. *Scientific Journal of Riga Technical University. Power and Electrical Engineering*. 2010. Vol. 27. P. 47-52.
16. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017)*, Vienna, Austria, November, 27–29, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.
17. Wieclaw L.; Pasichnyk V.; Kunanets N.; Duda O.; Matsiuk O.; Falat P. Cloud computing technologies in “smart city” projects. In *Proceedings of the 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. Bucharest: Romania, 21–23 September 2017. pp. 339–342.
18. Yaskiv V. Using of High-Frequency Magnetic Amplifier in Switch Mode DC Power Supplies. *Proceedings of the 35th Annual IEEE Power Electronic Specialists Conference (PESC'04)*, Aachen, 2004. P. 1658–1662.
19. Calcutt, D., & Tetley, L. (1994). *Satellite communications: Principles and applications*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

20. Jung, J., Enge, P., & Pervan, B. (n.d.). Optimization of cascade integer resolution with three civil GPS frequencies. Retrieved from http://gps.stanford.edu/papers/Jung_IONGPS_2000.pdf.
21. Development of Digital Platform to Identify and Monitor the Digital Business Transformation Index, Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Dudkin, P., Dudkina, O., International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2020, 2, pp. 171–175, 9322016
22. Information technology to support the digital transformation of small and medium-sized businesses, Mosiy, L., Kozbur, H., Strutynska, I., Mosiy, O., Yatsyshyn, V. CEUR Workshop Proceedings, 2024, 3742, pp. 150–165
23. Analysis of the SMEs' Digitalization State Using HIT Index and Machine Learning Technique, Strutynska, I., Kozbur, H., Dmytrotsa, L., Kozbur, I., Gashchyn, N., Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2023, pp. 332–337
24. Working-Out of Recommendation System to Increase the Digital Maturity Level of Enterprises, Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Hlado, O., Sorokivska, O., 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings, 2021, pp. 147–151, 9467978
25. The Unification of Approaches to Measuring the Digital Maturity of Business Structures (International and Domestic Approaches) / Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Melnyk, L., Sherstiuk, R., CEUR Workshop Proceedings, 2021, 3013, pp. 10–23
26. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. 344с.
27. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП

Паляниця В. А., 2022. 156 с.

28. Букетов А. В., Стухляк П. Д., Кальба Є. М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. Тернопіль: Збруч, 2005. 182 с.
29. Драган Я.П., Яворський Б. І., Яворська Є. Б. Концепції і принципи побудови моделей для означення метрологічних характеристик ритміки кардіосигналів. Вісник нац. унів. "Львівська політехніка": зб. наук. пр. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2002. № 443. С. 200-205.
30. Коваль В. П., Івасечко Р. Р., Козак К. М. Енергетична ефективність систем позиціонування плоских сонячних панелей. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2015. № 3. С. 2-10.
31. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
32. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
33. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
34. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.
35. Стухляк П.Д., Букетов А.В. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані ультрафіолетовим опроміненням. Тернопіль: Збруч, 2009. 237 с.
36. Ткачук Р., Яворський Б. Метод побудови біотехнічної системи для оцінювання електроретинограм з підвищеною вірогідністю та ефективністю. Вісник Тернопільського державного технічного

університету. 2009. №3. С. 102-110.

37. Юзьків А. В., Яворський Б. І. Математичне моделювання електроретинографічних сигналів. Вісник ТДТУ. Тернопіль, 1997. № 2. С. 40-45.
38. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина І. Тернопіль: ТПІ імені Івана Пулюя. 1996. 184 с.
39. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>.
40. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський)/ укл.: О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.
41. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0: навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020 – 320 с.
42. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с.
43. Медвідь В.Р., Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, В.Р. Медвідь, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 354 с., ISBN 978-966-305-045-4, <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/20504>.
44. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>

45. Основи наукових досліджень і теорія експерименту : Навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / укл. Ю. Б. Капаціла, П. О. Марущак, В. Б. Савків, О. П. Шовкун. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 186 с.
46. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження частотних характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – с. 16.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39207>
47. Трембач Р.Б., Шовкун О.П. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Інформаційно – вимірювальні системи” Модуль І. «Вимірювальна техніка» – Тернопіль: ТНТУ., 2024. – 67 с.
48. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка” Модуль 3. «Імпульсна техніка, вторинні джерела живлення, основи цифрової електроніки» – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 26с.
49. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка” Модуль 4. «Мікросхемотехніка» – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 44с.
50. Розробка мікропроцесорної системи керування на основі мікропроцесорного комплекту КР580 та на основі ОМЕОМ К1816ВЕ51/ Методичні вказівки для виконання курсового проєкту з дисципліни

"Електроніка і мікропроцесорна техніка" //Медвідь В.Р, Пісьціо В.П., Микулик П.М. Тернопіль: ТНТУ - 2016. 108 с.

51. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження часових характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – 19 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39206>
52. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>
53. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.
54. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник / Я.Проць, О.Данилюк, В.Савків - ТДТУ. 2005. -264с.
55. Методичні вказівки з виконання курсової роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : П.О. Марущак , Ю.Б. Капаціла , Р.І. Михайлишин. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. - 75 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26145>
56. Методичні вказівки по роботі з програмним симулятором "AVR simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ

імені Івана Пулюя, 2020. - 21 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/32136/>.

57. Методичні рекомендації для практичних занять з курсу «Засади провадження наукової діяльності» / укл. : Дмитрів Олена Романівна, Рогатинський Роман Михайлович. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 112 с., <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/44669>.