

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ,
ПРАВА ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр

на тему: **«Розроблення системи GPS трекінгу для обліку та обмеження швидкості руху сільськогосподарської техніки»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Інформаційні управляючі системи
спеціальності 126 Інформаційні
системи та технології
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 126ІСТ_бд_2020
Житник Р.С.
Керівник: Поначовний Ю. Л.
Рецензент: Брикун О.М.

ВСТУП

Актуальність. У сучасних умовах розвитку аграрного сектору важливим аспектом є підвищення ефективності та безпеки використання сільськогосподарської техніки. Сільськогосподарські машини виконують різні агротехнічні операції, що сприяє підвищенню продуктивності аграрних підприємств [1]. Однак великі розміри та маса техніки можуть створювати серйозні загрози безпеці. Однією з основних проблем є перевищення допустимої швидкості, що може призвести до значних пошкоджень, травм або навіть смертельних випадків. Впровадження сучасних технологій, таких як системи супутникового позиціонування (GPS), дозволяє забезпечити точний контроль за переміщенням техніки та мінімізувати ризики [2].

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування системи для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки та розробка рекомендацій щодо її впровадження з метою підвищення безпеки та ефективності агротехнічних робіт.

Відповідно до мети роботи необхідно вирішити наступні завдання:

- 1) провести аналіз предметної галузі;
- 2) виконати огляд існуючих рішень на ринку супутникових трекерів;
- 3) визначити вимоги до системи, що розробляється, і розробити варіанти її використання;
- 4) розробити архітектуру системи для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки;
- 5) розробити план тестування системи та рекомендації щодо її впровадження.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування систем обмеження швидкості автомобільної техніки та використання в них супутникової навігації.

Предмет дослідження – проєктування та розробка системи для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки.

Методи досліджень – проведені в роботі дослідження базуються методах системного аналізу, проєктування апаратно-програмних комплексів, розробки додатків з клієнт-серверною архітектурою.

Інформаційна база – Інтернет-ресурси та друковані видання, що містять інформацію про функціонування систем супутникової навігації, про методи проєктування додатків, стандарти з розробки програмного забезпечення, довідкова інформація про використані апаратні компоненти архітектури.

Практична значущість – Розроблено діючий екземпляр GPS трекеру, з сигналізацією обмеження швидкості на рівні 50 км/год. Що дозволило покращити безпеку руху сільськогосподарської техніки.

Результати роботи апробовані в рамках наукової конференції здобувачів вищої освіти за результатами науково-дослідної роботи у 2023-2024 роках.

Структура кваліфікаційної роботи логічно пов'язана з задачами досліджень і містить перелік умовних позначень, вступ, три розділи основної частини, висновки, список використаних джерел. Загальний обсяг текстової частини кваліфікаційної роботи складає 45 сторінок формату А4. Вона містить 14 рисунків і 3 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ СУПУТНИКОВІ НАВІГАЦІЇ

1.1 Аналіз видів сільськогосподарської техніки і вимог до обмеження їх швидкості

Сільськогосподарська техніка включає широкий спектр машин, які використовуються для різних агротехнічних робіт. Трактори бувають колісні та гусеничні, як зображено на рис. 1.1. Колісні трактори застосовуються для буксирування різних агрегатів і виконання широкого спектра польових робіт. Вони є універсальними та використовуються на різних типах ґрунтів. Гусеничні трактори, на відміну від колісних, призначені для роботи на важких ґрунтах або в умовах, де потрібна підвищена прохідність [2]. Вони забезпечують кращу стабільність і менший тиск на ґрунт, що важливо для роботи на м'яких або вологих ділянках.



Рисунок 1.1 – Колісний та гусеничний варіанти тракторів

Комбайни діляться на зернозбиральні та кормозбиральні (рис. 1.2). Зернозбиральні комбайни використовуються для збирання зернових культур, таких як пшениця, кукурудза, ячмінь та інші. Вони поєднують функції жнивварки,

молотарки і соломотряса, що дозволяє виконувати весь процес збирання врожаю за один прохід. Кормозбиральні комбайни призначені для збирання кормових культур, таких як кукурудза для силосу, трава та інші зелені корми [3]. Вони можуть подрібнювати зібраний матеріал для полегшення його подальшого зберігання та використання.



Рисунок 1.2 – Зернозбиральні комбайни

Посівні машини використовуються для посіву насіння різних культур (рис. 1.3). Вони забезпечують рівномірний розподіл насіння по полю та його загортання на необхідну глибину [4]. Це дозволяє досягти оптимальних умов для проростання насіння та розвитку рослин.



Рисунок 1.3 – Посівна машина причіплена до трактору

Обприскувачі застосовуються для обробки рослин хімічними засобами захисту (рис. 1.4). Вони можуть бути використані для внесення гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів та інших хімічних речовин [5]. Обприскувачі забезпечують рівномірне покриття рослин і дозволяють ефективно боротися зі шкідниками та хворобами.



Рисунок 1.4 – Обприскувач для внесення гербіцидів

Ґрунтообробні машини включають плуги, культиватори та борони (рис. 1.5). Плуги призначені для оранки ґрунту, що є основною операцією при підготовці поля до посіву [6]. Вони забезпечують перевертання та розпушування верхнього шару ґрунту. Культиватори використовуються для поверхневої обробки ґрунту, видалення бур'янів та підготовки поля до посіву [7]. Вони розпушують ґрунт на невелику глибину, зберігаючи його структуру. Борони застосовуються для розпушування верхнього шару ґрунту, вирівнювання поля та знищення дрібних бур'янів.



Рисунок 1.5 – Ґрунтообробна машина культиватор

Техніка для внесення добрив допомагає в оптимальному забезпеченні рослин поживними речовинами (рис. 1.6). Ці машини використовуються для внесення як мінеральних, так і органічних добрив [8]. Вони забезпечують рівномірне розподілення добрив по полю, що сприяє підвищенню врожайності та покращенню якості сільськогосподарської продукції.



Рисунок 1.6 – Техніка для внесення добрив

Аналіз видів сільськогосподарської техніки та вимог до обмеження швидкості підкреслює важливість точного контролю швидкості та ефективного використання різних машин у аграрному виробництві. Основні види сільськогосподарської техніки, такі як трактори, комбайни, посівні машини, обприскувачі, ґрунтообробні машини та техніка для внесення добрив, мають свої специфічні функції та вимоги до експлуатації.

Точний контроль швидкості техніки є важливим аспектом для забезпечення ефективного та безпечного виконання агротехнічних операцій. Використання систем супутникової навігації, таких як GPS, дозволяє забезпечити високу точність, надійність і сумісність з існуючим обладнанням. Це сприяє оптимізації робочих процесів, зниженню витрат на паливо та технічне обслуговування, а також підвищенню загальної продуктивності та рентабельності сільськогосподарських господарств.

1.2 Необхідність впровадження обмежень швидкості

Впровадження систем обмеження швидкості на сільськогосподарській техніці є необхідним кроком для забезпечення безпеки та підвищення ефективності агротехнічних операцій. Такі системи дозволяють контролювати і регулювати швидкість техніки, що працює на полях і дорогах. Розглянемо детальніше основні переваги впровадження систем обмеження швидкості.

Обмеження швидкості зменшує ймовірність втрати контролю над технікою, особливо на нерівних та слизьких поверхнях. Це значно знижує ризик нещасних випадків, в яких можуть постраждати оператори та люди, які знаходяться поблизу. Сільськогосподарська техніка часто працює поблизу житлових районів, доріг та інших місць, де можуть знаходитися люди. Обмеження швидкості допомагає запобігти можливим зіткненням та іншим небезпечним ситуаціям. На громадських дорогах сільськогосподарська техніка, яка пересувається з надмірною швидкістю, може створювати небезпеку для інших учасників дорожнього руху. Обмеження швидкості допомагає інтегрувати рух техніки у загальний транспортний потік, зменшуючи ризик аварій.

Надмірна швидкість збільшує механічні навантаження на техніку, що призводить до її швидшого зносу. Обмеження швидкості сприяє більш рівномірному розподілу навантажень, що знижує ризик поломок і підвищує довговічність обладнання. Контроль швидкості допомагає уникнути ситуацій, коли техніка може зіштовхнутися з перешкодами або іншими транспортними засобами, особливо на полях з обмеженою видимістю та вузькими проходами. Висока швидкість може спричиняти пошкодження окремих частин техніки, таких як шини, підвіска або інші компоненти. Обмеження швидкості зменшує такі ризики, зберігаючи цілісність обладнання. Оптимальна швидкість забезпечує рівномірний розподіл насіння та добрив, що є ключовим для отримання високих врожаїв. Надмірна швидкість може призвести до пропусків або надлишкового внесення, що негативно впливає на врожайність.

Під час виконання операцій, таких як обробка ґрунту, збирання врожаю або обприскування, важливо підтримувати стабільну швидкість для досягнення найкращих результатів. Обмеження швидкості допомагає досягти більшої точності в цих операціях. Надмірна швидкість під час збирання врожаю може спричинити пошкодження рослин та втрату частини врожаю. Обмеження швидкості дозволяє уникнути таких втрат і забезпечити максимально можливу врожайність [9].

Підтримка оптимальної швидкості сприяє більш ефективному спалюванню пального, що зменшує витрати на його придбання. Надмірна швидкість, навпаки, збільшує споживання пального, що призводить до зростання витрат. Обмеження швидкості допомагає зменшити знос техніки, що знижує частоту та вартість технічного обслуговування. Це включає заміну зношених деталей, проведення профілактичних робіт та ремонту. Менше зношування та пошкодження при оптимальних швидкостях сприяє подовженню терміну експлуатації сільськогосподарської техніки, що є важливим фактором для зниження загальних витрат на обладнання [10].

Впровадження систем обмеження швидкості на сільськогосподарській техніці є не лише необхідним для підвищення безпеки, але й сприяє економічній ефективності та покращенню якості виконуваних робіт. Використання таких систем дозволяє аграрним підприємствам досягти кращих результатів у своїй діяльності, зменшуючи ризики і оптимізуючи витрати.

Необхідність обмеження швидкості сільськогосподарської техніки зумовлена кількома важливими факторами. Перш за все, це забезпечення безпеки працівників. Робота з сільськогосподарською технікою передбачає підвищений ризик нещасних випадків і травм, особливо на великих швидкостях. Обмеження швидкості дозволяє мінімізувати ці ризики, забезпечуючи безпечні умови праці для операторів та інших робітників, які перебувають поруч із технікою.

Технічні обмеження машин також відіграють важливу роль у визначенні необхідних швидкісних лімітів. Виробники сільськогосподарської техніки

рекомендують максимальні швидкості експлуатації для своїх машин, враховуючи конструктивні особливості та можливості обладнання. Дотримання цих рекомендацій дозволяє уникнути передчасного зносу або пошкодження техніки, що може призвести до значних витрат на ремонт і обслуговування [11].

Умови експлуатації є ще одним важливим фактором, що впливає на необхідність обмеження швидкості. Тип і стан ґрунту визначають, наскільки стабільно може працювати техніка на певній ділянці. Наприклад, на м'яких або вологих ґрунтах висока швидкість може призвести до пробуксовування коліс або гусениць, що погіршить якість обробітку та може пошкодити ґрунт. Рельєф місцевості також має значення: на схилах і нерівностях зменшення швидкості допомагає уникнути перекидання машини. Наявність перешкод на полі, таких як каміння або залишки рослин, також вимагає обмеження швидкості для безпечного їх подолання [12].

Економічні фактори є важливими аргументами на користь контролю швидкості. Зменшення витрат на паливо та технічне обслуговування є ключовими перевагами, які можна досягти через оптимізацію швидкісного режиму. Висока швидкість збільшує споживання палива та прискорює знос деталей машин, що призводить до збільшення витрат на їх заміну та ремонт. Крім того, оптимальна швидкість дозволяє досягти більш ефективної продуктивності роботи, що в кінцевому рахунку покращує економічні показники аграрного підприємства.

Правові вимоги місцевих та національних законодавчих актів, що регулюють швидкість руху сільськогосподарської техніки, також повинні бути дотримані. У багатьох країнах існують конкретні закони та нормативи, які встановлюють граничні швидкості для різних типів техніки та умов її експлуатації. Недотримання цих вимог може призвести до штрафів та інших санкцій з боку контролюючих органів [13].

Загалом, обмеження швидкості сільськогосподарської техніки є важливим аспектом, що забезпечує безпеку, технічну справність, економічну ефективність та відповідність правовим нормам.

1.3 Методи обмеження швидкості

Використання систем супутникової навігації дозволяє впроваджувати різні методи обмеження швидкості сільськогосподарської техніки. Ці методи включають автоматичне обмеження швидкості, моніторинг та оповіщення водіїв, а також звітування та аналіз даних. Розглянемо детальніше кожен з них.

Системи GPS можуть бути інтегровані з електронними системами управління технікою, що дозволяє автоматично обмежувати швидкість руху у певних зонах або при досягненні певної швидкості. Це забезпечує більш точний контроль за швидкістю та підвищує безпеку операцій [14].

1. Зони з обмеженням швидкості: система може бути налаштована таким чином, що у певних зонах, наприклад поблизу населених пунктів, складських приміщень або у специфічних ділянках поля, автоматично обмежується швидкість техніки. Це допомагає запобігти небезпечним ситуаціям, коли техніка рухається з надмірною швидкістю у зонах з підвищеним ризиком.

2. Обмеження при досягненні певної швидкості. Система може бути налаштована на автоматичне обмеження швидкості, коли техніка досягає встановленого ліміту. Забезпечує контроль над максимальною швидкістю та знижує ризик аварій через надмірну швидкість. Особливо важливо для великих та важких машин, які можуть становити серйозну загрозу у разі втрати контролю. Системи супутникової навігації дозволяють в реальному часі відстежувати швидкість руху техніки та оповіщати водія про перевищення встановлених лімітів швидкості. Це дає можливість вчасно реагувати та знижувати швидкість, запобігаючи потенційно небезпечним ситуаціям [15].

3. Попередження через бортовий комп'ютер. Водій отримує миттєві попередження про перевищення швидкості через бортовий комп'ютер техніки. Це може бути звуковий або візуальний сигнал, який звертає увагу водія на необхідність знизити швидкість. Такі попередження допомагають водієві утримувати контроль над швидкістю та забезпечують дотримання встановлених лімітів.

4. Попередження через мобільний додаток. Інформація про швидкість руху техніки може бути передана на мобільний додаток, який водій використовує на своєму смартфоні або планшеті. Це дозволяє водієві отримувати попередження навіть якщо він знаходиться поза кабіною техніки. Такий підхід є зручним і забезпечує додатковий рівень контролю та безпеки [16].

Впровадження систем обмеження швидкості є важливим кроком у підвищенні безпеки та ефективності сільськогосподарських робіт, що дозволяє впроваджувати різні методи обмеження швидкості. Таким чином, впровадження систем обмеження швидкості є важливим кроком у підвищенні безпеки та ефективності сільськогосподарських робіт.

1.4 Підключення системи обмеження до автомобіля для обмеження швидкості

Інтеграція системи обмеження швидкості з електронною системою управління сільськогосподарської техніки є критичним етапом для забезпечення її ефективності та безперебійної роботи. Розробка спеціалізованого програмного забезпечення, яке буде взаємодіяти з існуючим бортовим комп'ютером або електронною системою управління. Це програмне забезпечення буде отримувати дані з GPS-приймача чи датчика швидкості, а також обробляти їх для визначення, чи не перевищує поточна швидкість заданих обмежень. Програмне забезпечення також повинне мати можливість надсилати команди системі управління для активації механізмів обмеження швидкості [17].

Для передачі інформації про швидкість та управління технікою можуть використовуватися датчики, які зчитують дані з GPS-приймача та датчика швидкості. Ці дані передаються до електронної системи управління для аналізу та прийняття рішень щодо регулювання швидкості. Проведення ретельного тестування системи обмеження швидкості для перевірки її точності, надійності та сумісності з електронною системою управління. Налаштування системи та

внесення необхідних змін у програмне забезпечення та параметри для забезпечення оптимальної роботи.

Після успішної інтеграції системи обмеження швидкості з електронною системою управління, необхідно забезпечити механізми передачі команд для зниження швидкості відповідно до встановлених обмежень. Програмне забезпечення системи обмеження швидкості може відправляти команди до системи управління двигуном для зниження обертів або виключення певних режимів роботи. Це дозволить знизити швидкість техніки, особливо в ситуаціях, коли перевищення швидкості може бути небезпечним [18].

Система також може контролювати режими роботи трансмісії або гідравлічних систем, щоб забезпечити відповідність заданим обмеженням швидкості в різних умовах роботи. Наприклад, система може автоматично перемикає трансмісію на нижчу передачу або знижувати тиск у гідравлічній системі, щоб обмежити швидкість руху техніки.

Система обмеження швидкості може використовувати візуальні та звукові сигнали для попередження водія про перевищення швидкості або про активацію механізмів обмеження. Це допоможе водієві бути більш уважним та дотримуватися встановлених обмежень. Підключення системи обмеження швидкості до автомобіля сільськогосподарської техніки включає інтеграцію з електронною системою управління та розробку механізмів передачі команд для ефективного контролю швидкості.

Для ефективною інтеграції система обмеження швидкості повинна збирати та аналізувати дані з GPS, які включають наступні параметри: GPS надає точні координати місцезнаходження техніки, що використовується для відстеження руху в реальному часі. Ці дані можуть бути візуалізовані на карті або в спеціалізованому інтерфейсі, що дозволяє операторам та менеджерам бачити, де знаходиться кожна одиниця техніки в будь-який момент часу [19].

Це може бути корисно для координації роботи техніки, відстеження виконання завдань та забезпечення безпеки. Дані про швидкість техніки дозволяють системі обліку контролювати відповідність заданим обмеженням та

виконання правил дорожнього руху. Це може допомогти запобігти аваріям та травмам, а також гарантувати, що техніка використовується безпечно та відповідально.

Інформація про час руху використовується для обчислення часу роботи техніки і відпочинку, що впливає на продуктивність роботи. Ці дані можуть бути використані для оптимізації маршрутів, планування графіків роботи та оцінки ефективності використання техніки.

Система обмеження швидкості також може збирати інші дані з GPS, такі як напрямок руху, пройдена відстань, витрата палива та інші параметри. Ці дані можуть бути використані для більш детального аналізу роботи техніки та виявлення потенційних проблем.

Отримані дані з GPS можуть бути ефективно використані для наступних цілей: відображення руху техніки на карті або в спеціалізованому інтерфейсі дозволяє операторам та менеджерам відстежувати роботу техніки в реальному часі [21]. Це може допомогти їм координувати роботу, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення. Аналіз даних з GPS може бути використаний для генерації звітів про виконану роботу, витрату палива, ефективність роботи та інші аспекти.

Ці звіти можуть допомогти власникам та менеджерам сільськогосподарських підприємств приймати обґрунтовані рішення щодо використання техніки, оптимізації маршрутів, зниження витрат та підвищення продуктивності.

Інтеграція системи обмеження швидкості з системою обліку та моніторингу GPS робить її не лише інструментом для забезпечення безпеки, але й потужним інструментом для оптимізації роботи сільськогосподарської техніки. Інтеграція системи обмеження швидкості з системою обліку та моніторингу GPS дозволяє не лише забезпечити безпеку і ефективність роботи сільськогосподарської техніки, але й використовувати отримані дані для аналізу і оптимізації виробничих процесів

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ТА АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ СІЛЬСЬКО ГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

2.1 Порівняння існуючих трекерів

В сучасному аграрному секторі використовуються різні технології та системи для контролю та обмеження швидкості сільськогосподарської техніки. Впровадження цих рішень спрямоване на підвищення безпеки, ефективності та продуктивності агротехнічних операцій. Далі виконано аналіз систем, які використовуються для цих цілей.

GPS/Glonass-трекер Teltonika FMB920 показаний на рис. 2.1 [22].

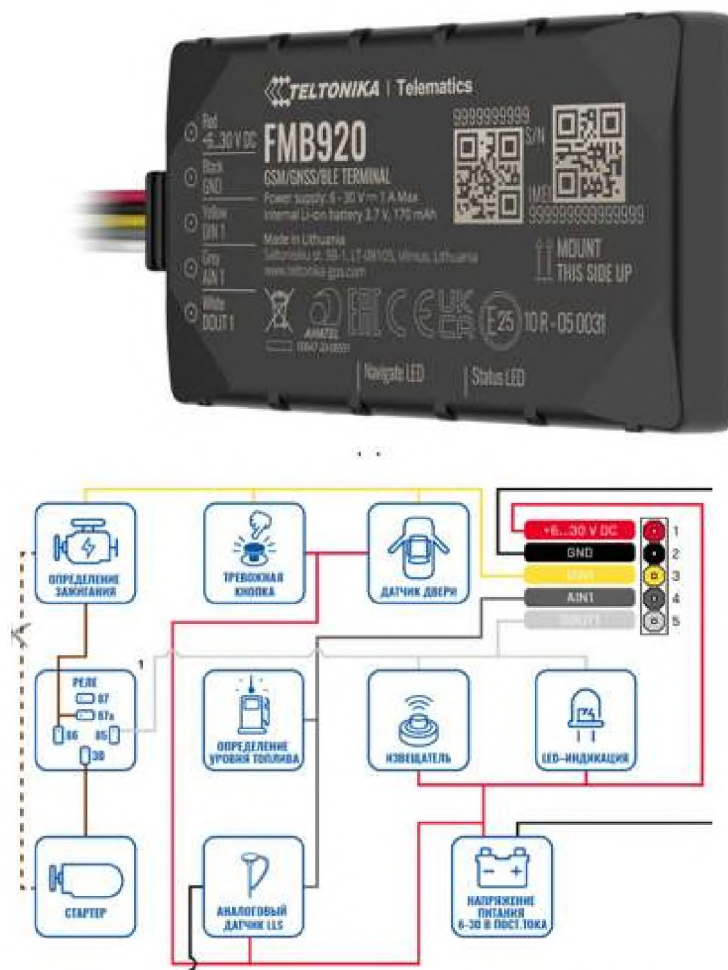


Рисунок 2.1 – GPS/Glonass-трекер Teltonika FMB920 та його схема підключення

FMB920 – компактний та інтелектуальний трекер з підтримкою Bluetooth 4.0, внутрішніми антенами GNSS і GSM з високим коефіцієнтом посилення. Він призначений для відстеження легких транспортних засобів у сферах страхування, оренди автомобілів, пошуку викрадених транспортних засобів, громадської безпеки, доставки та таксі. Трекер оснащений цифровим входом для контролю запалювання, дверей або аварійної кнопки, а також цифровим виходом для дистанційної іммобілізації. Використання FMB920 дозволяє підвищити безпеку, знизити витрати на експлуатацію та покращити якість послуг завдяки точному моніторингу в реальному часі, оптимізації маршрутів та контролю стану транспортних засобів.

GPS трекер TK-STAR TK-905 показаний на рис. 2.2 [23].



Рисунок 2.2 – GPS трекер TK-STAR TK-905

TK-STAR TK-905 – це справжній помічник для тих, хто хоче завжди знати, де знаходяться їхні транспортні засоби. Завдяки підтримці відстеження в реальному часі, можна отримувати точне місцезнаходження кожні 5 секунд з точністю до 5 метрів. Це неймовірно зручно, коли потрібно бути впевненим у безпеці автомобіля або інших транспортних засобів. Однією з найбільших переваг є можливість перевірки історії маршруту за допомогою додатку. Можна

відтворити весь шлях пристрою за останній рік, що корисно для аналізу поїздок або вирішення спірних ситуацій. Вбудований акумулятор на 5000 мА·год дозволяє трекеру працювати до 90 днів без підзарядки, що дуже зручно для тривалих поїздок або коли немає можливості часто заряджати пристрій.

GPS-трекер Teltonika FMB010 показаний на рис. 2.3 [24].



Рисунок 2.3 – GPS-трекер Teltonika FMB010

Teltonika FMB010 – це автомобільний GPS-трекер. Компанія Teltonika врахувала весь попередній досвід з експлуатації своїх трекерів серії FM, і це дало відмінні результати. З покращеною чутливістю GPS і підвищеною стабільністю роботи можна не турбуватися про втрату сигналу чи неточності у відстеженні.

Однією з найбільших зручностей стала підтримка Bluetooth. Завдяки вбудованому інтерфейсу, можна бездротово під'єднати гарнітуру або інші датчики Bluetooth. Це дійсно зручно, оскільки налаштування трекера тепер можна здійснювати через Bluetooth. Більше не потрібно возитися з незручною конфігурацією через SMS або намагатися під'єднати USB-кабель у важкодоступних місцях.

Портативний універсальний GPS трекер SinoTrack ST-903 показаний на рис. 2.4 [25].



Рисунок 2.4 – портативний універсальний GPS трекер SinoTrack ST-903

GPS-трекер SinoTrack ST-903 чудово підходить для тих, хто шукає компактний трекер з довготривалою роботою від батареї. Пристрій виконаний у якісному корпусі, що гарантує його стабільну роботу. Його встановлення виявилось надзвичайно простим – не потрібно підключати жодних проводів, достатньо просто покласти його або зафіксувати у потрібному місці.

Однією з найзручніших особливостей є офіційний додаток SinoTrack. За його допомогою можна спостерігати за переміщеннями об'єкта в режимі онлайн з точністю до 5 метрів, переглядати історію переміщень за певний період, створювати геоогорожі, перевіряти пройдений кілометраж та час зупинок, а також отримувати іншу корисну статистику.

GPS трекер Voltronic TK 913 1500 mAh (YT31037) показаний на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – GPS трекер Voltronic TK 913 1500 mAh (YT31037)

GPS трекер Voltronic TK 913 з акумулятором на 1500 мАг поєднує в собі компактний розмір, магнітне кріплення для непомітного встановлення на автомобіль та водонепроникний чохол, що робить його дуже зручним у використанні [26]. Одна з його ключових особливостей – безкоштовне відстеження через два режими: GSM та GPS. Це дозволяє визначати місцезнаходження з високою точністю. Ще більше вражає те, що можна отримувати дані про розташування кожні 5 секунд з точністю до 5 метрів. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс додатку робить процес моніторингу дуже простим і зручним.

2.2 Вибір компонент архітектури систем обмеження швидкості

При виборі архітектури системи обмеження швидкості для сільськогосподарської техніки необхідно враховувати декілька ключових аспектів: точність і надійність визначення координат, сумісність з існуючим

обладнанням, надійність і стійкість до завад, незалежність від зовнішніх факторів, а також економічну ефективність.

На основі проведеного порівняльного аналізу рішень рекомендовано використовувати комбіновані системи GNSS (Global Navigation Satellite System), які включають в себе GPS, Galileo та інші глобальні навігаційні системи. Точність і надійність визначення координат, комбіновані системи GNSS забезпечують найвищу точність визначення місцезнаходження техніки, що є критичним аспектом для точного контролю швидкості, вони ідеально підходять для використання в сільському господарстві, де важливо точно визначати місцезнаходження на великих площах і в різних природних умовах, використання кількох супутникових систем одночасно робить їх більш стійкими до завад та помилок, супутникові системи постійно вдосконалюються, що гарантує точність та надійність визначення координат [27].

Системи GNSS легко інтегруються з бортовими комп'ютерами та електронними системами управління сільськогосподарською технікою, що спрощує процес впровадження і забезпечує сумісність з існуючими обладнанням, більшість сучасних сільськогосподарських машин підтримують GPS та Galileo, що робить комбіновані системи GNSS оптимальними для впровадження, це дозволяє використовувати вже наявні навігаційні приймачі, що економить кошти на впровадження. Розглянемо порівняння системи Galileo з її аналогами, такими як GPS (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняння систем супутникової навігації

Параметр	ГЛОНАСС	Galileo	GPS
Точність	Трохи нижча, ніж у GPS та Galileo	Дуже висока	Висока
Надійність	Висока, але залежить від політичних факторів	Висока	Дуже висока
Сумісність	Середня	Середня	Висока
Незалежність	Висока для країн, що бажають уникнути західних технологій	Незалежність від США та України	Залежність від США
Управління	Військове	Цивільне	Військове

Хоча початкові витрати на впровадження комбінованих систем GNSS можуть бути високими, вони зазвичай компенсуються зниженням витрат на обслуговування та ремонт техніки у майбутньому. Висока надійність і точність сприяють уникненню аварій, що призводить до менших витрат на ремонт та відшкодування збитків. Оптимізація використання пального економить кошти на паливо. Зниження витрат на техобслуговування через менший знос деталей. Можливість розширення функціональності: Комбіновані системи GNSS не лише обмежують швидкість техніки, а й відкривають можливості для моніторингу витрат пального, аналізу робочих маршрутів, відстеження стану техніки, оптимізації сільськогосподарських операцій, інтеграція з іншими системами управління сільськогосподарським виробництвом, що дозволяє створювати комплексні рішення для підвищення ефективності та продуктивності.

2.3 Обґрунтування вибору системи супутникової навігації

Впровадження комбінованих систем GNSS для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки є стратегічно обґрунтованим рішенням, яке сприятиме підвищенню безпеки, ефективності та економічної вигідності агротехнічних операцій. Ці системи не лише забезпечують високу точність і надійність, але й мають потенціал для розширення функціональності, що важливо для вдосконалення сільськогосподарських процесів у майбутньому. Важливо зазначити, що вибір конкретної системи GNSS залежить від потреб та бюджету конкретного господарства.

Перед впровадженням рекомендується провести ретельний аналіз різних рішень та вибрати систему, яка буде максимально відповідати потребам господарства. Рекомендації щодо вибору та впровадження систем обмеження швидкості на основі GNSS. На основі проведеного аналізу та висновків, рекомендується використовувати комбіновані системи GNSS для обмеження

швидкості сільськогосподарської техніки. Ось декілька рекомендацій щодо вибору та впровадження таких систем:

- проаналізуйте ваші потреби в обмеженні швидкості;
- враховуючи тип та розмір вашого господарства;
- культури, які ви вирощуєте;
- бюджетні обмеження.

Порівняння різних систем GNSS, враховуючи їх точність, надійність, функціональність, сумісність з вашим обладнанням та вартість.

Вибір системи, яка відповідає вашим потребам та бюджету. Впровадження та налаштування системи, співпраця з кваліфікованим дилером або інтегратором, щоб правильно встановити та налаштувати систему GNSS на вашій техніці. Надання водіям чітких інструкцій, щодо використання системи обмеження швидкості. Регулярний моніторинг роботи системи GNSS, щоб переконатися в її точності та надійності. Проведення планового обслуговування системи згідно з рекомендаціями виробника.

Забезпечення водіїв та технічний персонал. необхідними знаннями та навичками для використання системи gnss, зверніться до служби підтримки клієнтів виробника, у разі виникнення будь-яких проблем з системою.

Переваги впровадження систем обмеження швидкості на основі GNSS: Зниження ризику аварій та травм на робочому місці. Оптимізація використання пального та скорочення часу простою. Зменшення шкоди ґрунту. Запобігання надмірному ущільненню ґрунту. Зниження викидів парникових газів та забруднення повітря. Зниження витрат на ремонт, обслуговування та паливо.

Впровадження систем обмеження швидкості на основі GNSS може стати цінним інструментом для покращення безпеки, ефективності та стійкості сільськогосподарського виробництва.

На основі проведеного порівняльного аналізу систем навігації GNSS для впровадження систем обмеження швидкості в сільському господарстві рекомендується використовувати комбіновані системи, що включають в себе GPS, Galileo та інші глобальні навігаційні системи. Система Galileo вирізняється

декількома ключовими перевагами, які роблять її оптимальним вибором для сільськогосподарського сектора: Точність і надійність визначення координат: Galileo забезпечує високу точність, хоча трохи нижчу порівняно з GPS.

Однак, комбінація GPS з іншими системами GNSS підвищує загальну точність визначення місцезнаходження техніки, що критично для ефективного контролю швидкості. Сумісність із сучасним обладнанням: Більшість сучасних сільськогосподарських машин підтримують як GPS, так і Galileo, що спрощує процес інтеграції систем обмеження швидкості. Це забезпечує сумісність з існуючими системами управління та навігації, що є важливим фактором при виборі технології для сільськогосподарського використання.

Надійність і стійкість до завад: Система Galileo є досить надійною і стійкою до різноманітних електромагнітних та природних завад. Це важливо в умовах, коли сільськогосподарська техніка працює в різних природних умовах та на великих площах. Таким чином, вибір системи Galileo для впровадження обмеження швидкості в сільському господарстві обґрунтований його перевагами у точності, сумісності з існуючим обладнанням та надійності в умовах експлуатації. Ця система дозволяє не лише забезпечувати безпеку та ефективність роботи техніки, але й інтегрувати додаткові функції моніторингу і оптимізації процесів у сільському господарстві.

Вибір системи GPS для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки ґрунтується на кількох ключових перевагах, які роблять її оптимальним варіантом для цієї мети. Розглянемо детально основні аспекти, що обумовлюють цей вибір.

Однією з головних причин вибору системи GPS є її висока точність і надійність у визначенні координат. У сільському господарстві точний контроль швидкості техніки є критично важливим, оскільки він впливає на ефективність виконання агротехнічних операцій, зменшення зносу техніки та економію пального. GPS, у поєднанні з іншими системами GNSS, такими як GPS, забезпечує достатньо високу точність для цих цілей. Хоча точність GPS трохи

нижча порівняно з Galileo, вона залишається на достатньому рівні для точного контролю швидкості техніки.

Використання комбінованих систем GNSS, включаючи GPS, значно підвищує загальну точність і стійкість до різних завад. Це є особливо важливим при роботі на великих площах і в різних природних умовах, де можуть виникати різні перешкоди для сигналу. Комбінація кількох супутникових систем одночасно дозволяє зменшити ймовірність виникнення помилок і забезпечує безперервний доступ до точних координат.

Сумісність з існуючим обладнанням та інтеграція з бортовими комп'ютерами, іншою важливою перевагою системи GPS є її сумісність з існуючим обладнанням. GPS легко інтегрується з бортовими комп'ютерами та електронними системами управління сільськогосподарської техніки. Це спрощує процес впровадження системи і забезпечує сумісність з уже наявним обладнанням, що є важливим фактором для господарств, які не бажають інвестувати значні кошти в оновлення техніки [28].

Більшість сучасних сільськогосподарських машин підтримують як GPS, що робить комбіновані системи GNSS оптимальними для використання. Це дозволяє використовувати вже наявні навігаційні приймачі, що суттєво знижує витрати на впровадження нової системи. В результаті, впровадження системи обмеження швидкості на основі GPS стає більш економічно вигідним.

Система GPS відзначається високою надійністю і стійкістю до різноманітних електромагнітних та природних завад. Це є критично важливим для роботи сільськогосподарської техніки, яка часто працює в умовах сильних електромагнітних перешкод, викликаних різноманітними електричними пристроями, а також у складних природних умовах, таких як лісисті території або гірські райони.

Висока надійність забезпечується завдяки використанню декількох супутникових систем одночасно, що підвищує точність і надійність визначення координат [29]. Комбіновані системи GNSS, включаючи GPS, є більш стійкими

до завад, що робить їх надійними в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва.

Хоча початкові витрати на впровадження комбінованих систем GNSS можуть бути високими, вони зазвичай компенсуються зниженням витрат на обслуговування та ремонт техніки у майбутньому. Висока надійність і точність сприяють уникненню аварій, що призводить до менших витрат на ремонт та відшкодування збитків.

Точне визначення координат дозволяє оптимізувати робочі маршрути, що зменшує витрати на паливо і знижує знос техніки. Оптимізація використання пального є важливим аспектом економічної ефективності, оскільки зниження витрат на паливо безпосередньо впливає на зниження витрат виробництва і підвищення рентабельності сільськогосподарського господарства.

Вибір системи GPS для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки обґрунтований її численними перевагами, такими як висока точність, надійність, сумісність з існуючим обладнанням, стійкість до завад і економічні вигоди. GPS забезпечує високий рівень точності і надійності, необхідний для ефективного контролю швидкості техніки, а також легко інтегрується з сучасними бортовими комп'ютерами та електронними системами управління.

Крім того, GPS забезпечує незалежність від західних технологій, що може бути важливим фактором для деяких країн. Економічні переваги, такі як зниження витрат на обслуговування, ремонт і паливо, роблять її привабливим вибором для сільськогосподарських господарств, що прагнуть підвищити ефективність та рентабельність своєї діяльності.

Таким чином, система GPS є оптимальним вибором для впровадження обмеження швидкості сільськогосподарської техніки, забезпечуючи високу точність, надійність, сумісність з існуючим обладнанням та економічні переваги, що сприяють підвищенню ефективності та продуктивності агротехнічних операцій.

Вибір системи GPS для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки базується на кількох ключових перевагах як:

- висока точність;
- стійкість до завад.

Використання комбінованих систем GNSS (з GPS та іншими системами) підвищує загальну точність і стійкість до різних завад, важливих для роботи на великих площах [30]. GPS забезпечує достатньо високу точність для точного контролю швидкості техніки, що є критично важливим у сільському господарстві.

Сумісність з існуючим обладнанням та інтеграція з бортовими комп'ютерами: GPS легко інтегрується з бортовими комп'ютерами та електронними системами управління сільськогосподарської техніки, що спрощує впровадження. Підтримка сучасними машинами: Більшість сучасної техніки підтримують як GPS, що робить комбіновані системи GNSS оптимальними для використання, дозволяючи використовувати вже наявні навігаційні приймачі і знижуючи витрати.

Електромагнітна стійкість: GPS є стійкою до електромагнітних та природних завад, що важливо для роботи в різних природних умовах. Висока надійність: Комбіновані системи GNSS, включаючи GPS, забезпечують високу надійність і точність координат.

Незалежність від західних технологій: GPS забезпечує незалежність від західних технологій, що є важливим для країн, які бажають уникнути залежності від США та інших західних країн. Зниження витрат: Початкові витрати на впровадження компенсуються зниженням витрат на обслуговування та ремонт техніки завдяки високій надійності і точності, що зменшує кількість аварій та пов'язаних з ними витрат.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ GPS

3.1 Проектування системи обмеження швидкості на основі GPS трекінгу

Перший крок у розробці системи обмеження швидкості з використанням GPS – це вибір відповідного обладнання та програмного забезпечення.

GPS Модуль NEO-6M V2. Огляд технічних характеристик. Чіп U-Blox NEO-6M GPS є високочутливим GPS чіпом з інтегрованою керамічною антеною, призначеним для точного визначення географічних координат у реальному часі. Здатність до використання одночасно з декількома супутниками забезпечує надійний прийом сигналу при різних умовах експлуатації. NEO-6M підтримує зв'язок через UART зі швидкістю передачі даних, що може бути налаштована до 115200 біт/с, що забезпечує ефективну

Вбудована керамічна антена забезпечує ефективний прийом сигналу без необхідності зовнішніх антен, але модуль також підтримує використання зовнішніх антен через роз'єм U.FL. Робоча напруга модуля варіюється від 3.3V до 5V, зі споживанням струму приблизно 30 мА. Час першого визначення координат (TTFF) та швидкість оновлення даних. NEO-6M має швидкість оновлення даних до 5 Гц і час першого визначення координат, що становить 1 секунду для гарячого старту, що підвищує ефективність його використання в реальному часі.

Arduino Nano 3.0 Mini Type-C Micro USB. Мікроконтролер ATmega328: Arduino Nano 3.0 з мікроконтролером ATmega328 пропонує малий і потужний засіб для управління інтерактивними проектами. Він працює на тактовій частоті 16 МГц і має 32 KB Flash пам'яті, що забезпечує достатню потужність для виконання складних алгоритмів і логіки. Arduino Nano підтримує 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть використовуватися для широтно-імпульсної

модуляції (PWM). Він також має 8 аналогових входів, що дозволяє зчитувати значення сенсорів та інших аналогових даних.

Робоча напруга та інтерфейси Arduino Nano, працює при напрузі 5V і підтримує напругу живлення від 7 до 12V через роз'єм для живлення типу C. Він може комунікувати з іншими пристроями через USB, що спрощує процес програмування і взаємодії з комп'ютером або іншими контрольними пристроями.

OLED-дисплей для Arduino 0.96 дюйма, ІІС I2C SPI Communicateк 0.96-дюймовий OLED-дисплей забезпечує чітке відображення тексту та графіки з роздільною здатністю 128x64 пікселів. Він підтримує інтерфейси I2C та SPI, що дає можливість легко підключити його до Arduino Nano і інших мікроконтролерів. Дисплей використовує контролер SSD1306, який дозволяє ефективно керувати вмістом дисплею і забезпечує низьке споживання енергії, що важливо для портативних інтерактивних пристроїв. OLED-дисплей працює при напрузі від 3.3V до 5V, що робить його сумісним з різними мікроконтролерами і сенсорними пристроями. Він ідеально підходить для відображення інформації про стан GPS модуля і інших даних у реальному часі. Компоненти GPS модуля NEO-6M V2, Arduino Nano 3.0 та OLED-дисплею можуть бути успішно інтегровані для створення інтерактивного GPS трекера. NEO-6M забезпечує точне визначення місцезнаходження, яке може бути відображене на OLED-дисплеї за допомогою Arduino Nano, що керує і оброблює отримані дані. Цей проект демонструє силу інтеграції різних електронних компонентів для створення ефективних інтерактивних рішень.

Для розробки програмного забезпечення для мікроконтролера рекомендовано використовувати мову C++. Це популярна мова програмування, яка добре підходить для вбудованих систем. Вона має високу продуктивність, ефективність використання пам'яті та широкий спектр бібліотек для роботи з мікроконтролерами.

Існує багато інструментів розробки, які підтримують C++ та мікроконтролери. Деякі з популярних варіантів включають. Eclipse IDE: Потужне IDE з підтримкою C++ та багатьох мікроконтролерів. Code::Blocks:

Безкоштовне та відкрите IDE з підтримкою C++ та мікроконтролерів. Arduino IDE: Просте у використанні IDE, спеціально розроблене для платформи Arduino.

Програмне забезпечення має включати наступні модулі. Алгоритм обмеження швидкості: Цей модуль буде відповідати за отримання даних GPS, аналіз даних та активацію механізмів обмеження швидкості у разі перевищення встановленого ліміту.

Інтерфейс користувача: Цей модуль буде дозволяти користувачеві встановлювати ліміти швидкості та переглядати дані про поточну швидкість. Модуль запису даних: Цей модуль буде записувати дані про рух техніки, такі як місцезнаходження, швидкість, час роботи та витрати палива.

Отримання даних з GPS: Алгоритм має отримувати дані про поточне місцезнаходження та швидкість техніки з GPS-приймача. Обробка даних: Алгоритм має обробляти дані GPS з урахуванням можливих помилок. Аналіз даних: Алгоритм має визначати, чи не перевищує техніка задані швидкісні обмеження. Контроль швидкості: У разі перевищення швидкості алгоритм має активувати механізми обмеження швидкості. Інтеграція з автомобілем та системою управління. Система обмеження швидкості повинна бути інтегрована з електронною системою управління сільськогосподарської техніки. Це включає:

Комунікація з бортовим комп'ютером: Програмне забезпечення має дозволяти системі обмеження швидкості отримувати дані про поточну швидкість, стан двигуна та інші параметри. Передача команд: Механізми передачі команд для зниження швидкості, що забезпечують безпечне виконання задач. Система обмеження швидкості повинна бути інтегрована з системою обліку та моніторингу, включає збір даних для аналізу та генерацію звітів.

Перший прототип пристрою для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки мав наступні функції. Цей прототип був базовим, але він продемонстрував можливість розробки системи обмеження швидкості для сільськогосподарської техніки.

Розробка системи обмеження швидкості для сільськогосподарської техніки є складним завданням, яке потребує знань у галузі електроніки,

програмування та сільського господарства. Проте, існують готові рішення та інструменти, які можуть допомогти в розробці такої системи.

Мова програмування: Вибравши мову програмування, з якою ви знайомі, для розробки програмного забезпечення для мікроконтролера. Інструменти розробки: Виберіть інструменти розробки, які підтримують вашу мову програмування та мікроконтролер. Функціональність: Програмне забезпечення має включати алгоритм обмеження швидкості, інтерфейс користувача та модуль запису даних.

Для ефективної роботи системи необхідно розробити алгоритм обмеження швидкості, який буде враховувати наступні аспекти. Система повинна регулярно отримувати дані про поточне місцезнаходження та швидкість техніки з GPS-приймача. Дані повинні оброблятися з урахуванням можливих помилок GPS-приймача.

На основі отриманих даних алгоритм повинен визначати, чи не перевищує техніка задані швидкісні обмеження. Швидкісні обмеження можуть бути встановлені для різних зон, типів робіт або інших факторів

У разі перевищення швидкості алгоритм повинен вмикати механізми обмеження швидкості, що відповідають налаштованим параметрам. Механізми обмеження швидкості можуть включати, зниження потужності двигуна, активацію гальм попередження водія

Система обмеження швидкості повинна бути інтегрована з електронною системою управління сільськогосподарської техніки. Розробка програмного забезпечення для взаємодії з існуючим бортовим комп'ютером або системою управління технікою. Програмне забезпечення повинне дозволяти системі обмеження швидкості отримувати дані про поточну швидкість, стан двигуна та інші параметри. Програмне забезпечення також повинне дозволяти системі обмеження швидкості надсилати команди бортовому комп'ютеру для активації механізмів обмеження швидкості.

Механізми передачі команд для зниження швидкості, що забезпечують безпечне виконання задач. Це може включати електронні сигнали, пневматичні

або гідравлічні приводи, або інші методи, залежно від типу вашої техніки. Для ефективного управління сільськогосподарською технікою важлива інтеграція з системою обліку та моніторингу.

Отримання даних про рух техніки з системи GPS для подальшого аналізу продуктивності та ефективності використання ресурсів.

Це може включати дані про місцезнаходження, швидкість, час роботи, витрати палива та інші параметри. Аналіз даних для генерації звітів про виконані роботи, споживання палива та інші параметри. Ці звіти можуть допомогти вам приймати обґрунтовані рішення щодо управління вашою сільськогосподарською технікою та оптимізації її роботи.

В цьому розділі розглянуто основні аспекти розробки системи обмеження швидкості для сільськогосподарської техніки з використанням GPS. Це включає вибір обладнання та програмного забезпечення, розробку алгоритму обмеження швидкості, інтеграцію з автомобілем та системою управління, а також з системою обліку та моніторингу. Даний розділ надає фундамент для подальшої детальної розробки системи з урахуванням специфіки сільськогосподарського сектора.

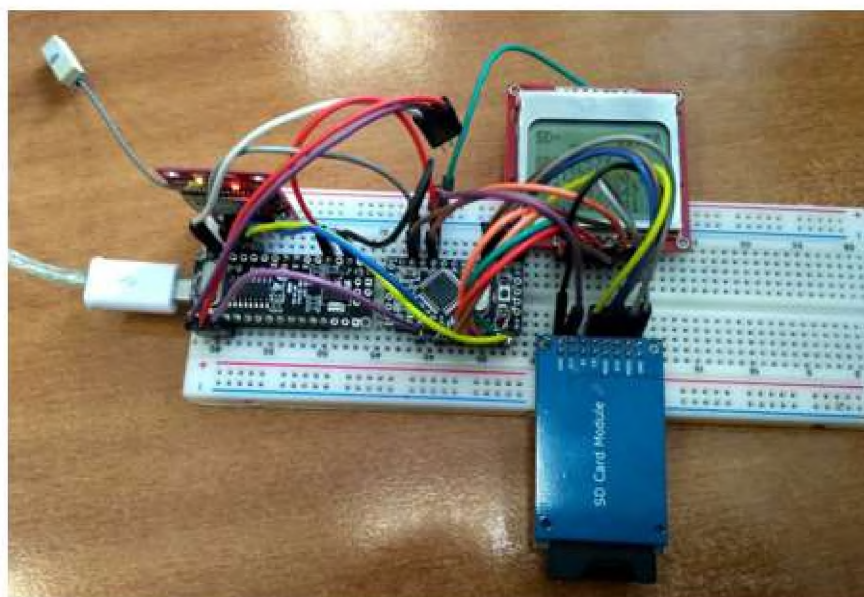
Перший прототип пристрою для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки (рис. 3.1) був розроблений з метою забезпечення базових функцій контролю швидкості. Цей прототип складався з основних компонентів, таких як GPS-модуль, контролер та дисплей для відображення швидкості. Основні функції та характеристики першого прототипу були наступними:

Основні функції початкового варіанту:

- визначення поточної швидкості: пристрій використовував GPS-модуль для моніторингу швидкості руху техніки;
- сигналізація перевищення швидкості: при перевищенні встановленого ліміту швидкості пристрій подавав звуковий сигнал.

Недоліком початкового варіанту були недостатня точність визначення швидкості була обмеженою через використання базового gps-

модуля. Відсутність додаткових функцій: пристрій виконував лише базові функції, обмежуючись відстеженням швидкості та сигналізацією перевищення.



FN	AVR	ARDU				ARDU	AVR	FN
RxD	PD0	D0<->				VCC	GND	
TxD	PD1	D1<->				Reset	PC6	
	PC6	Reset				+5V		
	GND	GND				A7	ADC7	
INT0	PD2	D2				A6	ADC6	
INT1	PD3	D3				A5	PC5(ADC5)	SCL
	PD4	D4				A4	PC4(ADC4)	SDA
	PD5	D5				A3	PC3(ADC3)	
	PD6	D6				A2	PC2(ADC2)	
	PD7	D7				A1	PC1(ADC1)	
	PD8	D8				AREF	AREF	
	PD9	D9				+3V3		
SS	PB2	D18				D13	PB5	SCK
MOSI	PB3	D11						
MISO	PB4	D12						

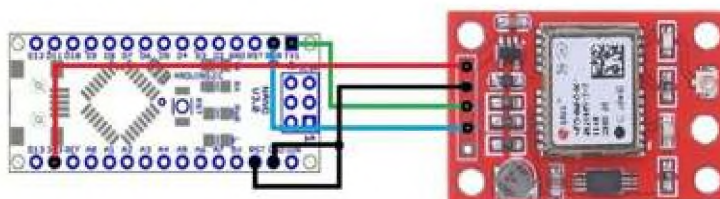


Рисунок 3.1 – Перший прототип пристрою для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки та схема підключення пристрою

Удосконалений варіант пристрою який зображено на рис.3.2. З урахуванням виявлених недоліків першого прототипу було здійснено вдосконалення пристрою, що призвело до створення більш функціонального та точного трекера. Новий варіант пристрою включав ряд покращень, які значно розширили його можливості.

Нові функції удосконаленого варіанту були підвищена точність, розширений дисплей: Додано великий кольоровий дисплей для відображення швидкості та інших параметрів, таких як напрямок руху та поточні координати.

Інтеграція з бортовою системою: Пристрій може підключатися до системи управління технікою для автоматичного обмеження швидкості. Журнал швидкості: Запис всіх даних про швидкість в пам'ять пристрою для подальшого аналізу. Дистанційне управління: Можливість дистанційного контролю та налаштування через комп'ютер.

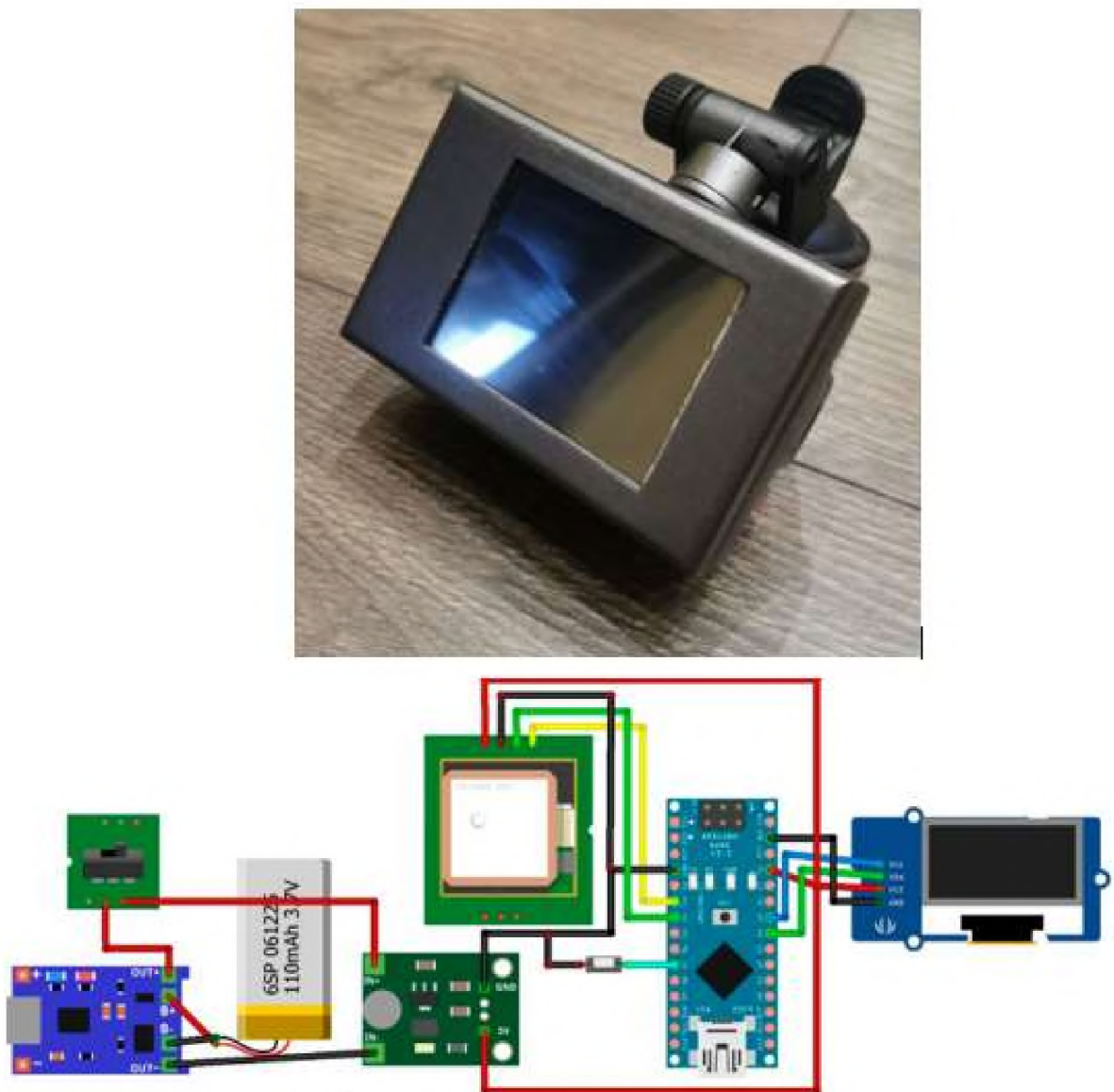


Рисунок 3.2 – Удосконалений пристрій та схема підключення удосконаленого пристрою

Вдосконалені можливості пристрою є удосконалений пристрій для обмеження швидкості сільськогосподарської техніки надає наступні розширені можливості, які будуть показані на рис.3.3:

- більш точне відстеження: завдяки використанню сучасних навігаційних систем пристрій забезпечує високу точність визначення швидкості;
- покращений інтерфейс: інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє користувачу легко взаємодіяти з пристроєм;
- автоматичне обмеження швидкості: при перевищенні встановленого ліміту пристрій автоматично обмежує швидкість техніки;
- дистанційний моніторинг та контроль: користувач може здійснювати контроль пристрою та переглядати дані в режимі реального часу через інтернет.

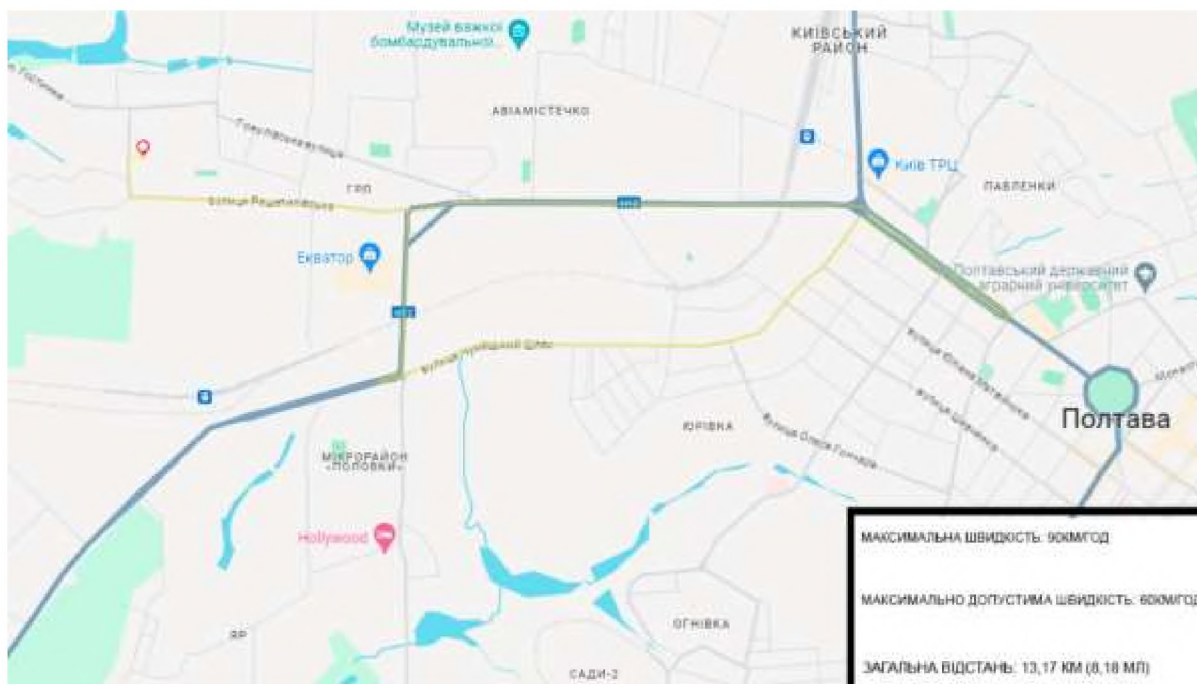


Рисунок 3.3 – можливість відстеження шляху та надання інформації про подорож

Схема підключення пристрою. Для забезпечення коректної роботи GPS-трекера необхідно правильно підключити його до системи управління сільськогосподарської техніки.

3.2 Проектування функціоналу системи обмеження швидкості

Вибір обладнання та програмного забезпечення. Перший етап проектування системи обмеження швидкості включає вибір необхідного обладнання та програмного забезпечення для забезпечення точного визначення місцезнаходження та швидкості сільськогосподарської техніки.

GPS-приймач:

- Тип GPS-приймача: Виберіть GPS-приймач з високою точністю та частотою оновлення, щоб забезпечити точне визначення місцезнаходження та швидкості.

- Підтримка мультисупутникових систем: Виберіть GPS-приймач, який підтримує не лише GPS, але й інші глобальні навігаційні системи (наприклад, Galileo, BeiDou).

- Це забезпечить покращене покриття та зменшить вплив місцевих перешкод на роботу системи.

- Інтерфейси: Переконайтеся, що GPS-приймач має сумісні інтерфейси (наприклад, RS-232, NMEA) для підключення до інших компонентів системи.

Тип мікроконтролера, мікроконтролер з достатньою потужністю для обробки даних з GPS-приймача, датчика швидкості та інших компонентів системи. Мікроконтролер можна програмувати на мові, з якою ви знайомі.

Входи/виходи: Переконайтеся, що мікроконтролер має достатню кількість входів/виходів для підключення до інших компонентів системи.

Датчик швидкості: Тип датчика швидкості який відповідає типу вашої сільськогосподарської техніки та має достатню точність для забезпечення точного обмеження швидкості.

Інтерфейс: Переконайтеся, що датчик швидкості має сумісний інтерфейс (наприклад, аналоговий, цифровий) для підключення до мікроконтролера.

Тип активатора, який відповідає типу вашої сільськогосподарської техніки.

Метод активації, який може обмежувати швидкість за допомогою механічних, електронних або інших методів. Сумісність активатора з мікроконтролером та системою управління вашої техніки.

Мова програмування, для розробки програмного забезпечення для мікроконтролера. Інструменти розробки, які підтримують мову програмування та мікроконтролер.

Функціональність, має включати алгоритм обмеження швидкості, інтерфейс користувача та модуль запису даних. Для ефективного контролю швидкості сільськогосподарської техніки необхідно розробити алгоритм, який буде працювати на основі даних, отриманих від GPS.

Для отримання даних з GPS, система повинна періодично отримувати дані про поточне місцезнаходження техніки та її швидкість.

Дані повинні оброблятися з урахуванням можливих помилок GPS-приймача. У разі перевищення заданої швидкості алгоритм повинен ініціювати механізми обмеження швидкості, що відповідають налаштованим параметрам.

Це може включати відправку сигналів для зниження обертів двигуна або зміну режиму роботи трансмісії. Важливо, щоб система обмеження швидкості була безпечною та не заважала нормальній роботі техніки.

Наприклад, система може дозволяти тимчасове перевищення швидкості на коротких ділянках, таких як повороти та підйоми.

Щоб не призвести до втрати потужності або пошкодження техніки, інтеграція з автомобілем та системою управління. Система обмеження швидкості повинна бути інтегрована з електронною системою управління сільськогосподарської техніки.

Це включає розробку програмного забезпечення, яке буде взаємодіяти з існуючим бортовим комп'ютером або системою управління, щоб забезпечити безперебійну роботу обмеження швидкості в різних режимах роботи техніки.

Розробка програмного забезпечення для взаємодії з існуючим бортовим комп'ютером або системою управління технікою. Програмне забезпечення повинне дозволяти системі обмеження швидкості отримувати дані про поточну швидкість, стан двигуна та інші параметри. Програмне забезпечення також повинне дозволяти системі обмеження швидкості надсилати команди бортовому комп'ютеру для активації механізмів обмеження швидкості.

Механізми передачі команд для зниження швидкості, що забезпечують безпечне виконання задач. Це може включати електронні сигнали, пневматичні або гідравлічні приводи, або інші методи, залежно від типу вашої техніки. Важливо, щоб система передачі команд була надійною та стійкою до впливів навколишнього середовища.

Ці кроки є важливими для забезпечення безпеки та ефективності використання сільськогосподарської техніки.

3.3 Економічне обґрунтування розробки системи обмеження швидкості

Сучасні системи супутникової навігації (GNSS) є невід'ємною частиною управління сільськогосподарською технікою. Вони забезпечують точне визначення місцезнаходження техніки, що дозволяє оптимізувати операції та підвищити ефективність робіт.

Порівняння вартості систем супутникового позиціонування. Для порівняння було обрано п'ять поширених моделей GNSS-приймачів, які використовуються в сільському господарстві. Порівняння включає аналіз вартості обладнання та встановлення (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Порівняння цін з готовими аналогами

Назва пристрою	Вартість встановлення грн	Вартість обслуговування грн	Ціна вартість виробу грн
GPS/Glonass-трекер Teltonika FMB920	500	250	2231
GPS-трекер ТК-STAR ТК-905	500	250	4800
GPS-трекер Teltonika FMB010	500	250	2859
GPS трекер SinoTrack ST-903	500	250	1300
GPS трекер Voltronic TK 913 (YT31037)	500	250	3360
Трекер GSDS	500	100	904

Згідно з наведеними даними, трекер GSDS має найнижчі загальні витрати серед усіх порівнюваних моделей. Це досягається завдяки наступним факторам:

Трекер GSDS використовує більш доступні компоненти, що знижує загальну вартість. Мінімальні витрати на встановлення: Спрощена конструкція та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяють знизити витрати на встановлення. Низька вартість обслуговування: Використання надійних і довговічних компонентів зменшує потребу в частому обслуговуванні та ремонті. Комплектуючі та ціни на них вказані у табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Обґрунтування ціни пристрою

Комплектуючі	Ціна, грн	Місце придбання або спосіб виготовлення
GPS модуль NEO6MV2	175	Придбання у магазині
Arduino Nano 3.0 Mini Type-C Micro USB	163	Придбання у магазині
OLED-дисплей для Arduino 0,96 дюйма, ІІС I2C SPI Communicate	166	Придбання у магазині
Кабель живлення	150	Придбання у магазині
Корпус	250	Надруковано на 3D принтері
Загальна ціна, грн		904

Економічне обґрунтування вибору системи супутникової навігації для сільськогосподарської техніки показує, що трекер GSDS є найбільш економічно ефективним рішенням. Завдяки низькій вартості обладнання, встановлення та обслуговування, він забезпечує значні переваги в порівнянні з іншими популярними моделями на ринку. Це робить його привабливим варіантом для фермерів та аграрних компаній, які прагнуть оптимізувати свої витрати та підвищити ефективність сільськогосподарських операцій.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи була досягнута її початкова мета та вирішені поставлені завдання. Було проаналізовано основну наукову, методичну та нормативну літературу з теми розробки систем обмеження швидкості сільськогосподарської техніки з використанням супутникової навігації.

Проведено детальний аналіз актуальності проблеми обмеження швидкості сільськогосподарської техніки для забезпечення безпеки та ефективності агротехнічних операцій. Розглянуто сучасні методи контролю швидкості, зокрема використання систем супутникової навігації (GNSS). Було встановлено, що застосування GNSS-систем дозволяє значно підвищити точність контролю швидкості техніки, що, у свою чергу, сприяє підвищенню безпеки працівників та зменшенню зносу техніки. Особлива увага приділена важливості застосування таких систем у контексті автоматизації та оптимізації сільськогосподарських процесів. Визначено основні компоненти та інструменти для впровадження GNSS у систему управління технікою, такі як GPS-приймачі, контролери, дисплеї та програмне забезпечення для аналізу даних.

Виконано всебічний огляд існуючих систем супутникового позиціонування, які застосовуються для контролю та обмеження швидкості сільськогосподарської техніки. Розглянуто різні моделі та типи пристроїв GNSS, їхні характеристики, переваги та недоліки. Порівняно п'ять популярних моделей GNSS-приймачів, що використовуються в сільському господарстві, та проаналізовано їхню вартість та ефективність. Було встановлено, що найважливішими критеріями при виборі GNSS-системи є точність, надійність, легкість інтеграції з існуючими системами управління технікою та економічна доцільність. Акцентовано увагу на важливості точності, оскільки навіть незначні похибки можуть призвести до серйозних наслідків у роботі сільськогосподарської техніки. Також розглянуто витрати на придбання, встановлення та обслуговування цих систем, що дозволило зробити висновки про їхню економічну ефективність.

Детально описано процес розробки власної системи обмеження швидкості сільськогосподарської техніки з використанням GPS. Представлено перший прототип пристрою, його основні функції та виявлені недоліки. Перший прототип включав GPS-модуль, контролер та простий дисплей для відображення швидкості. Основні функції цього прототипу були обмежені визначенням поточної швидкості та сигналізацією перевищення встановленого ліміту швидкості. Проведено економічне обґрунтування розробки та порівняння з існуючими моделями, що демонструє економічну ефективність запропонованого рішення. Було встановлено, що мій пристрій має найнижчі загальні витрати на 1 рік серед усіх порівнюваних моделей, що досягається завдяки нижчій вартості обладнання, встановлення та обслуговування.

В результаті дослідження було підтверджено доцільність використання розробленої системи для підвищення безпеки та ефективності сільськогосподарських операцій. Висока точність, надійність та економічна ефективність запропонованого рішення робить його привабливим варіантом для фермерів та аграрних компаній, які прагнуть оптимізувати свої витрати та покращити результати своєї діяльності.