

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

## Пояснювальна записка до дипломної роботи

(тип кваліфікаційної роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему «Вдосконалення конструкції спеціальної дорожньої техніки  
впровадженням інтелектуальних систем»

ХАІ.107.163Т.22О.274.9622653 ПЗ

Виконав: здобувач 2 курсу групи № 163т \_\_\_\_\_

Галузь знань 27 Транспорт  
(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний  
транспорт»

(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та

автомобільне

господарство

(найменування)

Глазков Д.Р.

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Болдовський В. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Харків – 2022

## ЛИСТ ЗАВДАННЯ

**Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»**

Факультет Літакобудування  
(повне найменування)

Кафедра № 107 «Автомобілів та транспортної інфраструктури»  
(повне найменування)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 27 Транспорт  
(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»  
(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та автомобільне господарство  
(найменування)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В.о. завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ Наталія КОБРИНА  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«20» грудня 2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Глазкову Данилу Романовичу  
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Вдосконалення конструкції спеціальної дорожньої техніки впровадженням інтелектуальних систем»

керівник кваліфікаційної роботи к.т.н., доцент Болдовський Володимир Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету №11530-уч від « 31 » « 10 » 2022 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 19.12.2022 року

3. Вихідні дані до роботи Електронні ресурси з проектування інноваційної матеріально-технічної бази. Довідкова література з питань охорони праці, Наукові джерела з розрахунку вартості основних виробничих фондів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати): Аналіз моделей спеціальної дорожньої техніки, принципи побудови багатоканальної системи, вибір та обґрунтування конструктивних варіантів, аналіз видів робіт, які виконує бульдозер ХТЗ ТС-10, автоматична система

керування, розрахунок терміну окупності впровадження автоматичної системи управління бульдозера ХТЗ ТС-10.

5. Перелік графічного матеріалу презентація у вигляді слайдів в кількості 12 шт.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

| Розділ             | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------------------|---|----------------|------------------|
|                    |   | завдання видав | завдання прийняв |
| Аналітичний розділ | к.т.н., доцент<br>Болдовський В.М         | 10.10.2022     | 31.10.2022       |
| Практичний розділ  | к.т.н., доцент<br>Болдовський В.М.        | 31.10.2022     | 25.11.2022       |
|                    |   |                |                  |
|                    |   |                |                  |
|                    |   |                |                  |

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Наталія КОБРИНА « 16 » грудня 2022р.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

7. Дата видачі завдання « 10 » жовтня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|---|----------|
| 1     | Аналітична частина                  | 31.10.22                                      |          |
| 2     | Практична частина                   | 25.11.22                                      |          |
| 3     | Оформлення пояснювальної записки    | 01.12.22                                      |          |
| 4     | Подання дипломної роботи до кафедри | 10.12.22                                      |          |
|       |                                     |   |          |

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Глазков Д.Р.  
(ініціали та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
В.М.  
(підпис)

Болдовський  
(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 88 с., 28 рис., 4 табл., 11 джерел.

Об'єкт дослідження – процес виконання технологічних робіт бульдозером.

Мета роботи – вдосконалення конструкції бульдозерів впровадженням інтелектуальних систем.

Метод дослідження – теоретичного узагальнення, порівняльного аналізу; системного і комплексного підходу; методи обробки результатів спостережень; цифрової обробки сигналів; експериментальний.

В дорожньому будівництві за допомогою бульдозерів виконуються багато різних технологічних робіт (розробка траншей, котлованів, планувальні роботи при зачистці основ під фундаменти будівель та споруд та плануванні площ та трас та інші) при цьому часто використовуються моделі бульдозерів, які не мають інтелектуальних систем, що дозволяють більш якісно та зі збільшеною продуктивністю виконувати відповідні роботи.

В більшості випадків під час експлуатації бульдозерів можна підвищити їх продуктивність за рахунок проведення модернізації базової конструкції.

В даній дипломній роботі досліджуються процеси виконання технологічних робіт (розробка траншей, котлованів, планувальні роботи при зачистці основ під фундаменти будівель та споруд та плануванні площ та трас та інші) за допомогою бульдозера ХТЗ ТС-10.

Для покращення якості виконання бульдозером ХТЗ ТС-10 технологічних робіт, підвищення продуктивності виконуваних робіт пропонується виконати модернізацію бульдозера за рахунок встановлення 3D системи автоматичного управління бульдозером.

Ця система дозволить корегувати положення (кут нахилу, відносне розташування) відвалу за рахунок чого забезпечується якість виконання технологічних робіт та підвищується продуктивність їх виконання.

Застосування пропонованої 3D системи автоматичного управління дозволить отримати, як технічний та і економічний ефект від її впровадження для виконання технологічних робіт (розробка траншей, котлованів, планувальні роботи при зачистці основ під фундаменти будівель та споруд та плануванні площ та трас та інші) за допомогою бульдозера ХТЗ ТС-10.

**БУЛЬДОЗЕР, ВІДВАЛ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ**

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ.....   | 5  |
| Розділ 1. Конструкторський розділ .....  | 8  |
| 1.1 Аналіз моделей спеціальної дорожньої техніки.....  | 8  |
| 1.2 Конструктивні особливості робочого обладнання (відвала) бульдозерів                                    | 19 |
| Розділ 2 Принципи побудови багатоканальної системи .....   | 25 |
| 2.1 Принципи побудови системи з каналним тимчасовим поділом .....  | 25 |
| 2.2. Принципи побудови систем із частотним поділом каналів .....   | 26 |
| 2.3 Принципи побудови систем із кодовим поділом каналів .....  | 27 |
| Розділ 3 Проектна частина .....  | 38 |
| 3.1. Вибір та обґрунтування конструктивних варіантів .....   | 38 |
| 3.2 Види робіт, які виконує гусеничний бульдозер ХТЗ ТС-10.....  | 44 |
| 3.3 Автоматична система управління бульдозера ХТЗ ТС-10 .....  | 56 |
| 3.3 Автоматизована система керування.....  | 63 |
| Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....   | 72 |
| 4.1 Охорона праці .....  | 72 |
| 5 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень .....                                       | 83 |
| 5.1 Оцінка економічного ефекту від запровадження автоматичної системи управління бульдозера ХТЗ ТС-10..... | 83 |
| 5.2 Розрахунок терміну окупності впровадження автоматичної системи управління бульдозера ХТЗ ТС-10.....    | 84 |
| Висновки .....   | 86 |
| Перелік посилань.....  | 87 |

## ВСТУП

В Україні зараз важка ситуація, пов'язана з багатьма руйнуваннями промислових, дорожніх, житлових та адміністративних будівель.

Для виконання робіт з ліквідації руйнувань застосовуються різні види спеціальної дорожньої техніки (бульдозери, трактори та ін.).

Зростання вимог до якості планувальних робіт, особливо при спорудженні земляного полотна дороги, викликали прискорену автоматизацію бульдозерів, що виконують ці роботи.

При цьому основними напрямками автоматизації з'явилися стабілізація необхідного кутового положення рами і ножа в поперечної і поздовжньої площинах, управління підйомом відвалу при перевантаженні двигуна, управління швидкістю для реалізації наявної потужності і управління групою машин по направляючої променю лазера.

Найбільшого поширення серед землерийної техніки мають бульдозери.

В конструкції бульдозерів використовуються різні інтелектуальні системи, що виконують ті чи інші види діагностування та керування їх роботою.

Основними з інтелектуальних систем є система керування положенням відвалу та система дистанційного управління бульдозером, що призначена для того, щоб не наражати на марний ризик людей, які займаються ліквідацією наслідків руйнувань або катастроф.

Автоматизована система управління для бульдозера ХТЗ ТС-10 покликана спростити роботу оператора бульдозера ХТЗ ТС-10, мінімізувати можливість появи помилки, а також значно збільшити продуктивність управління відвалом бульдозера ХТЗ ТС-10 у важких умовах роботи.

Для вирішення поставленого завдання найдоцільніше використання глобальної супутникової системи навігації.

Географічні інформаційні системи (ГІС) – це інформаційна технологія, що успішно розвивається, ефективно застосовується в багатьох галузях, у тому числі і на транспорті.

При цьому транспортні ГІС мають одну важливу особливість – найширше коло користувачів, яким потрібна транспортна інформація.

Цією системою можна керувати з будь-якого рухомого пункту, наприклад, її можна встановити на вертольоті (або інший вид транспорту) і з нього керувати бульдозером.

Спостерігати за бульдозером можна за допомогою відеоспостереження. На бульдозері встановлюється відеокамера, від неї сигнал передається на пересувний спостережний пункт.

Постійно зростаючи вимоги до конструкції бульдозерів призводять до все більшого застосування інтелектуальних систем, за рахунок їх застосування забезпечується значне підвищення економічності, продуктивності та інших показників.

В кінцевому випадку зростання продуктивності бульдозерів за рахунок впровадження в конструкцію інтелектуальних систем призводить до підвищення економічної ефективності застосування дорожньо-будівельної техніки.

## РОЗДІЛ 1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 1.2 Аналіз моделей спеціальної дорожньої техніки

Бульдозер – самохідна землерийна машина, що є гусеничний або колісний трактор, тягач або інше шасі з навісним міцним органом – криволінійним у перерізі відвалом (щитом), розташованим поза основою ходової частини машини.

Бульдозери – маневрені та високоефективні машини, що мають високу прохідність.

На частку бульдозерів у дорожньому будівництві припадає щонайменше 50% загального обсягу земляних робіт.

Бульдозери розраховані для пошарового копання, планування та переміщення (на відстані 10 – 200 метрів) ґрунтів, корисних копалин, дорожньо–будівельних та інших матеріалів під час будівництва та ремонту доріг, гідротехнічних та інших інженерних споруд [3].

У своїй конструкції бульдозери мають практичні робочі інструменти:

- відвал
- рама
- механізм управління
- розпушувальні зуби, укосники, розширювачі, відкривачі (додаткове обладнання).

На рисунку 1.1 наведено загальну будову бульдозера.

За допомогою бульдозерів виконується багато видів робіт, до основних з них відносяться (рисунок 1.2):

– розробка траншей, котлованів, каналів з відсипанням ґрунту в насипі, пошарове зрізання та копання, розрівнювання, планування, переміщення гірських порід, ґрунту, сипучих матеріалів (рисунок 1.2, а);

– розробка (зрізання) косогорів та засипка виїмок (рисунок 1.2, б);



– зняття родючого шару або порожньої породи під час підготовки будівельних майданчиків (рисунок 1.2, в);



Рисунок 1.1 – Загальна будова бульдозера [1]

- планувальні роботи при зачистці основ під фундаменти будівель та споруд та плануванні площ та трас (рисунок 1.2, г);
- розрівнювання переднім ходом (рисунок 1.2, д);
- планування заднім ходом (рисунок 1.2, е);
- засипання траншей (рисунок 1.2, ж);
- штовхання скреперів при наповненні ковша ґрунтом, та – навантаження ґрунту в транспорт з естакади (рисунок 1.2, з);
- завантаження матеріалів у транспорт з лотка (рисунок 1.2, к);
- валка дерев (малюнок 1.2, л);
- корчування пнів (рисунок 1.2, м);
- зрізання чагарників та дрібнолісся (рисунок 1.2, н);

– снігоочисні роботи (рисунок 1.2, о).

Бульдозери прийнято класифікувати за різними параметрами до основних з них:

- за призначенням;
- за типом ходової частини;
- за конструкцією робочого обладнання (відвалу);
- за типом приводу робочого обладнання;
- за номінальним тяговим класом.

За призначенням бульдозери бувають загального та спеціального призначення (рисунок 1.2) [2].



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд бульдозерів загального та спеціального призначення

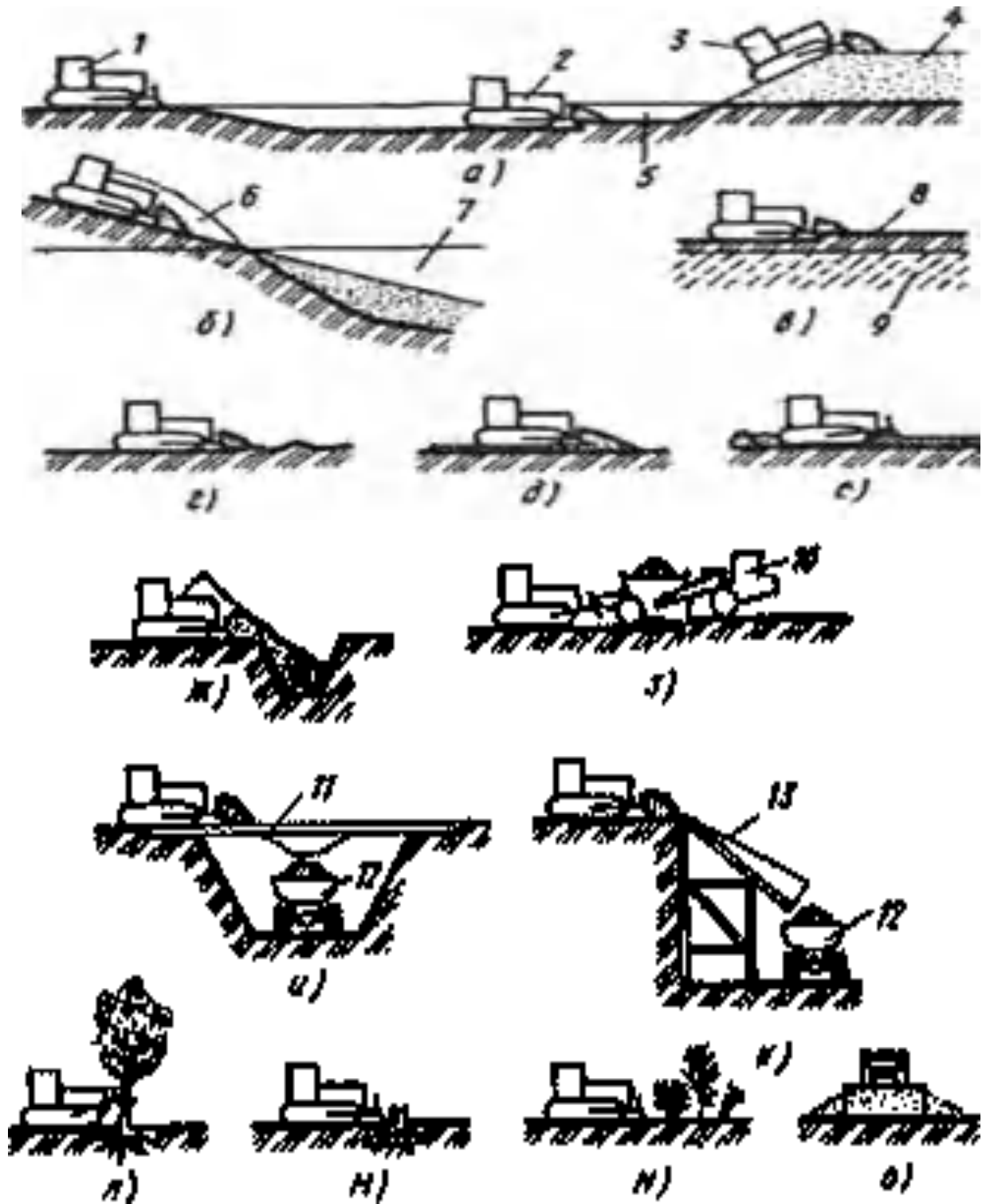


Рисунок 1.2 – Основні види робіт, які виконують за допомогою бульдозерів: а – розробка траншей, котлованів, каналів з відсипанням ґрунту в насипі, пошарове зрізання та копання, розрівнювання, планування, переміщення гірських порід, ґрунту, сипучих матеріалів; б – розробка (зрізання) косогорів та засипка виїмок; в – зняття родючого шару чи порожньої породи під час підготовки будівельних майданчиків; г – планувальні роботи при зачистці

основ під фундаменти будівель та споруд та плануванні площ та трас;  
 д – розрівнювання переднім ходом; е – планування заднім ходом;  
 ж – засипання траншей; з – штовхання скреперів при наповненні ковша  
 ґрунтом, і – навантаження ґрунту в транспорт з естакади; до – навантаження  
 матеріалів у транспорт із лотка; л – валка дерев; м – корчування пнів;  
 н – зрізання чагарників і дрібнолісся; про – снігоочисні роботи;

1 – вихідне положення бульдозера; 2 – різання та транспортування ґрунту;

3 – бульдозер на насипі; 4 – насип чи кавальєр; 5 – траншея; 6 – косогор;

7 – виїмка; 8 – родючий шар або порожня порода; 9 – корисні копалини та  
 будівельні матеріали; 10 – скрепер; 11 – естакада; 12 – автотранспорт;

13 – навантажувальний лоток

Бульдозери загального призначення використовуються для виконання основних видів землерийно-транспортних та допоміжних робіт у різних ґрунтових та кліматичних умовах.

Бульдозери спеціального призначення застосовуються для виконання цільових робіт у специфічних ґрунтових чи технологічних умовах. За типом ходової частини бульдозери бувають гусеничні та пневмоколісні (рисунок 1.3).

Гусеничні бульдозери набули більшого поширення завдяки низькому тиску на ґрунт у поєднанні з реалізацією значних тягових зусиль та високих зчіпних властивостей.

Пневмоколісні бульдозери відрізняються високими транспортними швидкостями та мобільністю.

За конструкцією робочого обладнання (відвалу) бувають бульдозери з неповоротним та поворотним відвалом (рисунок 1.4).

У бульдозерів з неповоротним відвалом відвал постійно розташований перпендикулярно до поздовжньої осі базової машини.

У бульдозерів з поворотним відвалом відвал може встановлюватися перпендикулярно або під кутом до 53 градусів в обидва боки до поздовжньої осі машини.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд гусеничних та пневмоколісних бульдозерів



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд бульдозерів з неповоротним та поворотним відвалом

За типом приводу робочого обладнання бульдозери бувають з гідравлічною та канатно-блоковою системою керування (рисунок 1.5)

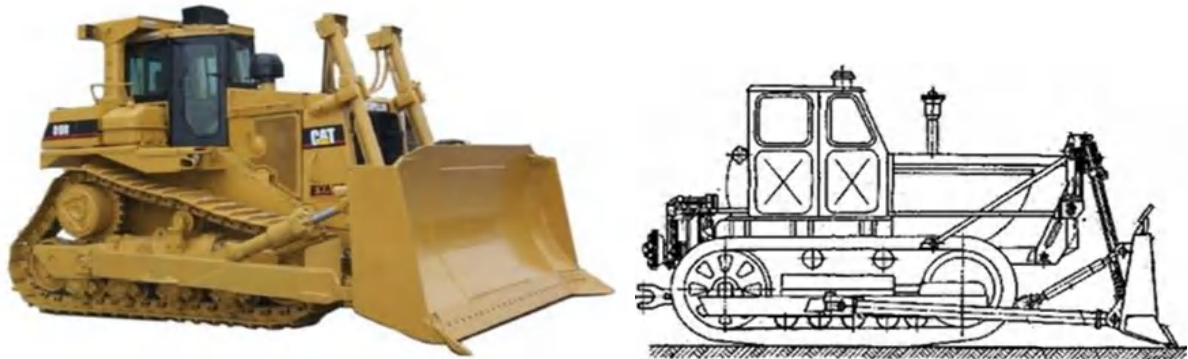


Рисунок 1.5 – Загальний вигляд бульдозерів з гідравлічною та канатно-блоковою системою керування

При гідравлічній системі управління підйом і опускання відвалу здійснюються примусово одним або двома гідроциліндрами двосторонньої дії.

При канатно-блоковій системі управління підйом відвалу здійснюється зубчасто-фрикційною лебідкою через канатний поліспаст, опускання – під дією власної сили тяжіння відвалу.

Основним параметром, за яким класифікують бульдозери, це за номінальним тяговим класом.

У таблиці 1.1 наведена класифікація бульдозерів за потужністю двигуна та номінальним тяговим зусиллям.

Для бульдозерів з різною потужністю двигуна та з різним номінальним тяговим зусиллям характерні особливості виконуваних робіт.

Надлегкі (малогабаритні) бульдозери тягового класу до 0,9 тс, з потужністю двигуна 18 – 37 кВт.

Загальний вигляд надлегких бульдозерів представлено на рисунку 1.6.

Таблиця 1.1 – Класифікація бульдозерів за потужністю двигуна і номінальному тяговому зусиллю

| Тип бульдозера              | Потужність двигуна<br>N, кВт (л.с.) | Тягове<br>зусилля, кН | Тяговий клас, тс |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------|
| Надлегкі<br>(малогабаритні) | 18 – 37 (25 – 50)                   | до 25                 | до 0,9           |
| Легкі                       | 37 – 96 (50 – 130)                  | 25 – 135              | 1,4 – 4          |
| Середні                     | 103 – 154 (140 – 209)               | 135 – 200             | 6,0 – 15,0       |
| Важкі                       | 220 – 405 (299–550)                 | 200 – 300             | 25 – 35          |
| Надважкі                    | більше 510<br>(більше 694)          | >300                  | більше 35        |



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд надлегких бульдозерів

Легкі бульдозери тягового класу 1,4 – 4 тс, з потужністю двигуна 37–96 кВт. Призначені для роботи з ґрунтами 1–2 класу щільності. З успіхом застосовуються для риття котлованів, розчищення території.

Загальний вигляд бульдозера легкого класу представлено на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Загальний вигляд бульдозера легкого класу

Середні бульдозери тягового класу 6,0 – 15,0 тс, з потужністю двигуна 103–154 кВт.

Бульдозери цієї категорії призначені для виконання робіт на ґрунтах класів 1–4. Чудово справляються з роботами навіть в умовах сезонного промерзання ґрунту. Залучаються до виконання різних операцій.

Загальний вигляд бульдозерів середнього класу представлено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Загальний вигляд бульдозерів середнього класу



Важкі бульдозери тягового класу 25–35 тс, з потужністю двигуна 220–405 кВт. Загальний вигляд бульдозерів середнього класу представлено на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Загальний вигляд бульдозерів важкового класу

Надважкі бульдозери тягового класу свйше 35 тс, з потужністю двигуна свйше 510 кВт. Загальний вигляд бульдозерів надважкового класу представлено на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 – Загальний вигляд бульдозерів надважкового класу

Важкі та надважкі категорії бульдозерів застосовуються для виконання енергоємних робіт в дорожньому і меліоративному будівництві.

Чим вище клас бульдозера, тим більший обсяг земляних робіт це обладнання здатне виконати. При виборі бульдозера по цій характеристиці слід враховувати, що чим вищий клас, тим з більш щільними ґрунтами може працювати базова машина з навісним обладнанням.

До основних геометричних параметрів бульдозерів відносяться:

- ширина  $B_n$  та висота  $H$  відвалу;
- кут в'їзду машини  $\alpha$  і з'їзду  $\beta$ ;
- висота підйому  $H_n$  та опускання  $h$  відвалу;
- кут перекосу відвалу  $\pm \epsilon$ ;
- напірне  $T$  та вертикальне  $P$  зусилля на ріжучій кромці;
- радіус кривизни відвалу  $R$ ;
- кут різання  $\gamma$ ;
- кут загострення ножів  $\delta$ ;
- задній кут різання  $\tau$ ;
- кут перекидування відвальної поверхні  $\theta$ .

Співвідношення основних геометричних параметрів бульдозерів представлено на рисунку 1.11.

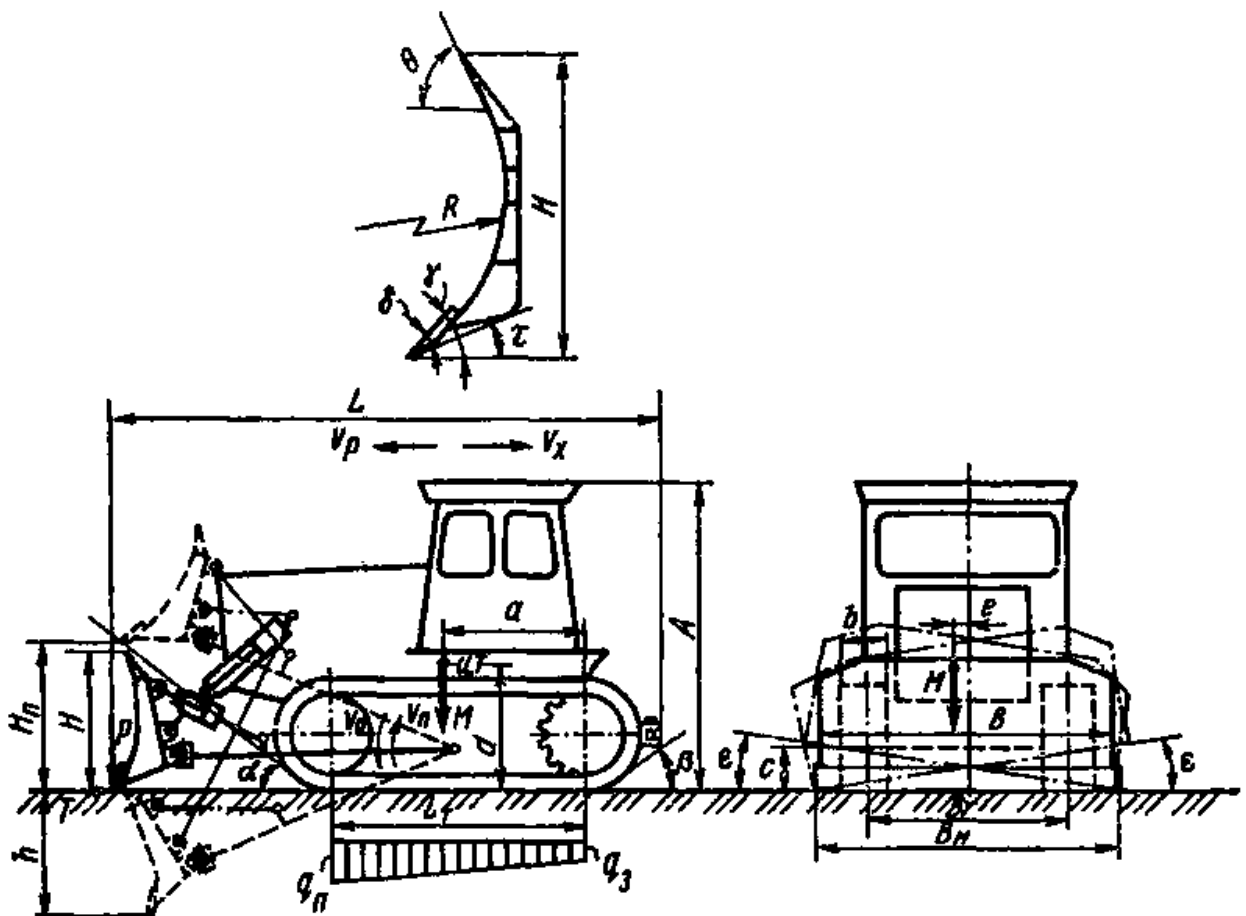


Рисунок 1.11 – Основні геометричні параметри бульдозерів

Вибір моделі бульдозера необхідно виконувати з урахуванням специфіки проведення робіт данної техніки.

## 1.2 Конструктивні особливості робочого обладнання (відвала) бульдозерів

Одним із важливих конструктивних елементів бульдозера є відвал, який використовується безпосередньо для виконання різних робіт, основною з яких є переміщення ґрунту.

Відвал бульдозера є жорсткою зварною металоконструкцією з лобовим листом криволінійного профілю.

Бульдозери розрізняють, головним чином, способом встановлення відвалу. За цією ознакою вони поділяються на бульдозери:

- з неповоротним відвалом, що встановлюється перпендикулярно до поздовжньої осі бульдозера;
- з поворотним відвалом, який можна монтувати діагонально з нахилом в обидві сторони від поздовжньої осі бульдозера або перпендикулярно до неї;
- з універсальним відвалом, який складається з двох половин, з'єднаних на шарнірах, і може бути встановлений під нахилом до осі, так і перпендикулярно.

Схематичне уявлення відвалів представлено рисунку 1.12.

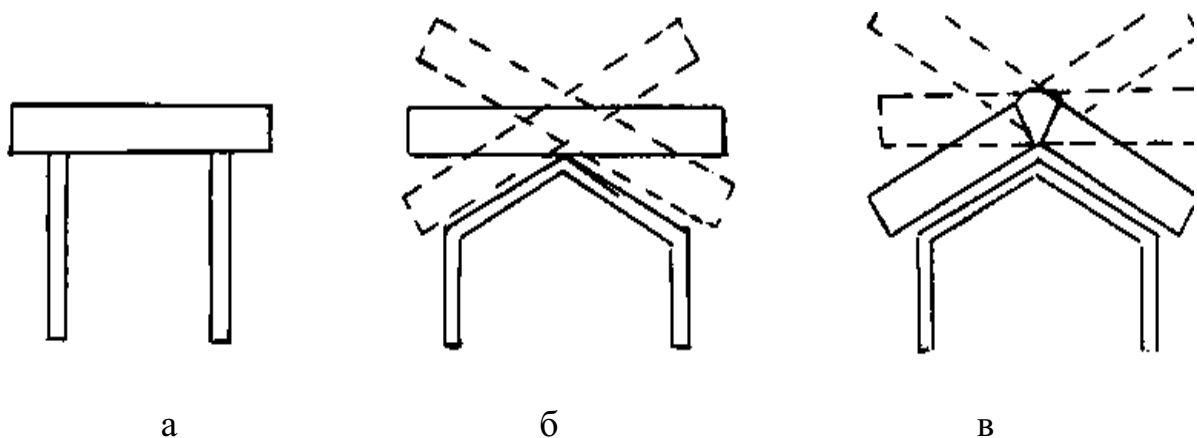


Рисунок 1.12 – Конструкція відвалів бульдозерів:  
 а – неповоротний відвал, б – поворотний відвал, в – універсальний відвал

Поворотний відвал може бути встановлений та закріплений під кутом 90 і 60° до поздовжньої осі трактора в обидві сторони. Крім того, у деяких бульдозерів відвал можна встановлювати в похилому положенні до 5 ° горизонтальної площині.

Неповоротні відвали відрізняються за конструкцією на:

- прямий;
- сферичний;
- напівсферичні відвали.

Торці цих відвалів закриті двома бічними щокми зниження втрат ґрунту під час транспортування. Лобовий лист обмежується зверху козирком, привареним під кутом до лобового листа. Козирок перешкоджає пересипанню ґрунту через верхню кромку відвалу та покращує формування призми волочіння ґрунту. Для захисту від пошкоджень гідроциліндрів і радіатора двигуна від матеріалу, що пересипається, деякі фірми використовують решітки, що встановлюються зверху на відвалах, і щитки.

Прямий відвал бульдозера використовується для розробки широкого діапазону немерзлих ґрунтів, включаючи легкі скельні. Загальний вигляд прямого відвалу представлений на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Прямий відвал бульдозера

Сферичний відвал бульдозера є ефективним для переміщення значних обсягів легких ґрунтів на великі відстані.

Він складається з трьох секцій: центральної та двох бічних. Останні розташовані під кутом у плані до  $25^\circ$ .

Вигнута у плані форма відвалу забезпечує зміщення ґрунту до середини відвалу, забезпечуючи при транспортуванні мінімальні втрати матеріалу. Загальний вид сферичного відвалу представлений на рисунку 1.14.



Рисунок 1.14 – Сферичний відвал бульдозера

Напівсферичний відвал бульдозера поєднує здатності прямого відвалу добре врізатися в ґрунт і сферичного відвалу переміщувати великі обсяги матеріалу за рахунок коротких бічних секцій, встановлених під кутом до  $25^\circ$  до центральної секції.

Загальний вигляд напівсферичного відвалу представлений на рисунку 1.15.

Поворотний відвал бульдозера застосовується при поперечному транспортуванні ґрунту для засипання траншей, укладання насипу та при розчищення території від снігу, сміття, рослинності. Відвал може повертатись у плані навколо шарніра на рамі в обидві сторони. За формою це прямий відвал без бічних щік, подовжений по ширині та укорочений по висоті.

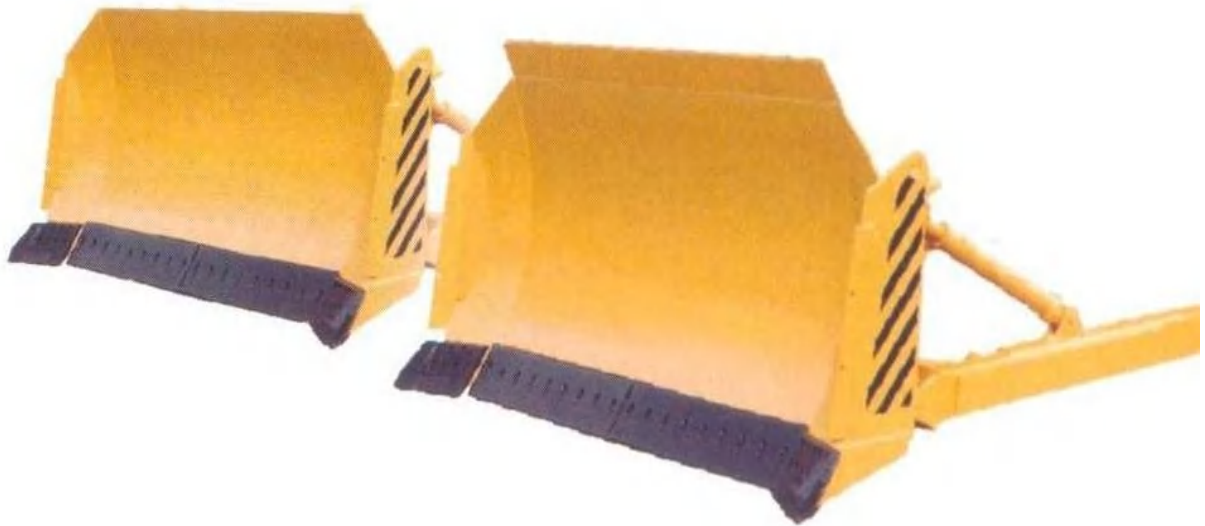


Рисунок 1.15 – Напівсферичний відвал бульдозера

Універсальний відвал є конструкцією, що складається з двох частин. Вони з'єднуються між собою на шарнірах та встановлюються до осі під невеликим нахилом або перпендикулярно.

Найчастіше бульдозери з універсальним відвалом зветься путеукладачів.

За призначенням відвали бувають:

- землерийний;
- скельний;
- сніжний;
- вугільний;
- збирання деревних відходів;
- для збирання будівельного сміття.

Загальний вид відвалів, що встановлюються на бульдозери, представлений на рисунку 1.16.

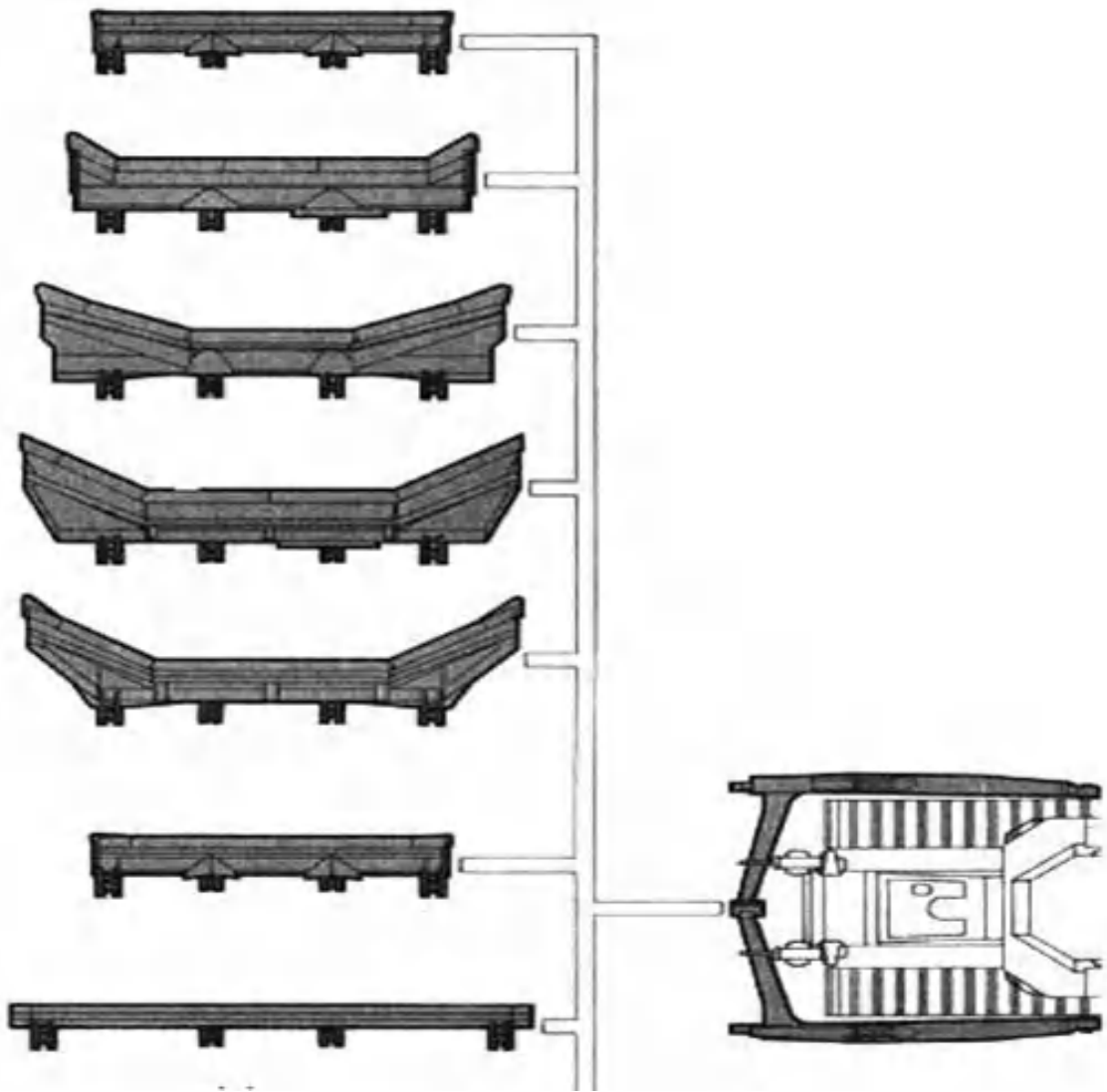


Рисунок 1.16 – Види відвалів, що встановлюються на бульдозери

Форма відвалу значною мірою впливає на процес зрізу та переміщення ґрунту. На рисунку 1.17 представлені основні параметри ріжучого клину відвалу.

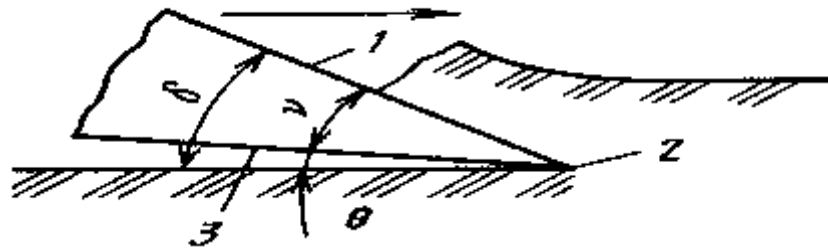


Рисунок 1.17 – Параметри ріжучого клину відвалу:

1 – передня грань, 2 – ріжуча кромка, 3 – задня грань  
кут загострення  $v$ , кут різання  $\delta$  та задній кут  $\theta$

Кути  $\delta$  і  $\theta$  утворюються нахилом клину до напрямку руху, а кут загострення  $\alpha = \delta - \theta$ .

Від правильності вибору конструктивних параметрів відвалу та встановлення кутів його нахилу залежить вид зняття ґрунту. На рисунку 1.18 представлені види зняття «стружки» ґрунту.

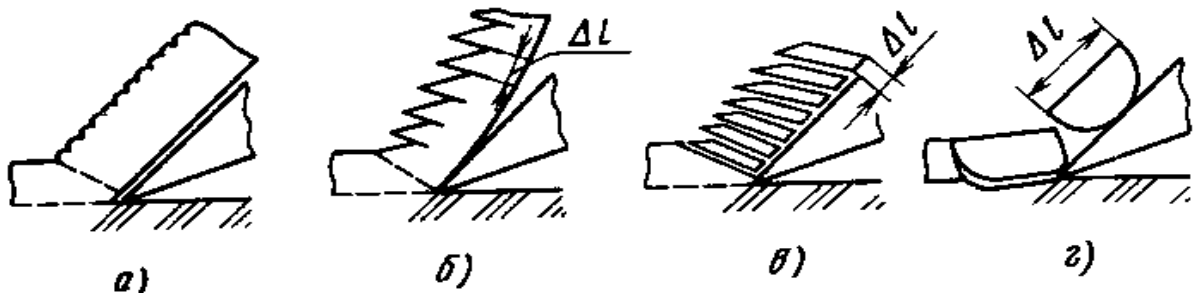


Рисунок 1.18 – Види зняття «стружки» ґрунту:

а – зливна (вологі пластичні глинисті ґрунти), б – ступінчаста (супіщані та глинисті ґрунти нормальної вологості), в – елементна (досить сухі та міцні ґрунти), г – відриву (міцні крихкі скельні та мерзлі ґрунти)

Правильний вибір бульдозерів за тяговим класом, за технічними характеристиками, а також підбір необхідного навісного обладнання – відвалу є основною вимогою до раціонального вибору та використання бульдозерів.



## РОЗДІЛ 2 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

### 2.1 Принципи побудови системи з каналним тимчасовим поділом

Тимчасове розділення каналів у системі телеметрії досягається послідовним підключенням каналних датчиків до передавального пристрою. Кожен канал має свій часовий інтервал, протягом якого інформація передається тільки від одного датчика. Наступний канал буде підключено лише після відключення попереднього каналу. Оскільки кожен канал «опитується» протягом короткого проміжку часу, напруга датчика перетворюється на серію імпульсів, у які так чи інакше вкладається необроблена інформація.

Датчики різних каналів підключаються до пластин розподільного пристрою, і розподільний пристрій по черзі виконує вимірювання. На виході комутатора з'являється серія імпульсів з амплітудою, що дорівнює напрузі при опитуванні відповідного датчика, тобто комутатор виконує роботу АІМ (Amplitude Pulse Modulation). Тривалість імпульсу дорівнює часу перебування ротора, тобто тривалості кадру та періоду опитування датчика.

Імпульси від комутатора надходять до передавача, де модулюють несучі коливання. Високочастотний сигнал передається передавальною антеною та приймається приймальним пристроєм, який виявляє несучу хвилю. Серія імпульсів з виходу приймача надходить на дільник каналу. Тут визначається номер каналу, до якого належить кожен початковий імпульс, і розподіл імпульсів відповідно до відповідного записуючого пристрою. Щоб розділити канали без помилок у послідовності імпульсів каналу, спеціальні кадрові імпульси синхронізації позначають початок або кінець кожного кадру. Вони вибираються селектором кадрового імпульсу, а номер каналу визначається часовим положенням інформаційного імпульсу відносно початку кадру. Записуючий пристрій для цього каналу отримує один імпульс протягом кожного кадру. Повідомлення можна реєструвати без попередньої

розсилки. У цьому випадку номер каналу визначається тією чи іншою ознакою.

У наведеному прикладі операції опитування каналу та модуляції амплітуди імпульсу каналу за попереднім повідомленням виконуються засобами комутації. Часто перемикання і пульсація датчиків відбувається в різних пристроях. При цьому модулятор пульсової хвилі керує будь-яким параметром однієї з послідовностей імпульсів, зсунутих у часі одна відносно одної.

## **2.2 Принципи побудови систем із частотним поділом каналів**

RTS із розділеним каналом – це багатоканальна система, у якій кожне передане повідомлення модулює власне високе коливання, яке змінюється за частотою. Тому в такій системі символом каналу є значення частоти, яку необхідно збільшити.

Вимірне значення надходить на вихід каналу і перетворюється датчиком у форму для подальшої передачі. З виходу датчика повідомлення надсилається на початковий модулятор, де коливання частоти, що підвищується, модулюється тим чи іншим способом. Для видалення кількох гармонік і комбінованих частот отриманий сигнал проходить через каналний фільтр, налаштований на відповідну частоту, яку потрібно посилити. Потім напруги всіх каналів підсумовуються в сумі для модуляції несучої частоти передавача.

У приймальному пристрої отриманий сигнал демодулюється, а повідомлення розбивається на канали. Фільтр розділення кожного каналу вибирає лише коливання його піднесучої частоти, яке потім розкладається детектором піднесучої. Зазвичай на виході кожного каналу розміщують фільтр низьких частот, який може відфільтрувати коливання частоти, що підвищується, і її гармоніки, а також зменшити рівень перешкод або шуму від інших каналів. Запишіть вихідний сигнал.

РТС з канальним частотним поділом використовується як система середньої ефективності, тобто передає швидко мінливу інформацію (до 500 Гц) по невеликій кількості каналів (до 20). Система з ІРК – це система з безперервними піднесучими.

Важливими перевагами систем ІРК є їх висока надійність і простота використання з наступних причин.

По-перше, за винятком кількох надійних спільних вузлів (живлення передавача тощо), канали системи є незалежними, і відмова одного не обов'язково призводить до відмови інших.

По-друге, дуже зручно записувати вихідні сигнали аварійної системи, які будуть вловлені магнітофоном (до демодуляції). Це дозволяє стандартизувати телеметричне обладнання.

Однак система ІРК має багато недоліків. Наприклад, система з ІМ-CS має більшу функціональну похибку, ніж найкращий тип системи з канальним розподілом часу. У цих системах мікрофонні перешкоди, спричинені тремтінням і вібрацією бортового обладнання, можуть бути шкідливими. Серйозним недоліком системи ІРК є примусова стабілізація частоти генератора піднесучої.

### **2.3 Принципи побудови систем із кодовим поділом каналів**

Завдяки кодовому поділу каналів і поділу часу інформація передається по різних каналах в окремі моменти (моменти інтерв'ю). Сигнал кожного каналу складається з двох частин: адреси та результату вимірювання.

Ця адреса містить інформацію про номер каналу, якому належить сигнал, і результат вимірювання значення сигналу каналу під час опитування. Адреси зазвичай передаються в цифровому та аналоговому вигляді (коди та вимірювання). Сигнали з різних каналів передаються в різні моменти в будь-якому обертанні та змінюються під час передачі.

Розповсюджувач на кінці відправлення визначає порядок передачі сигналу різними каналами. Імпульси, що генеруються послідовно в їх схемах  $1, 2, \dots, n$ , подаються на схему генерації коду адреси, а імпульси схеми подаються на схему, вимикаючи їх послідовно. Сигнали з відповідних джерел інформації надходять на пристрій, який кодує результати вимірювань. З виходу пристрою кодування зв'язана пара кодів адреси та коду результату вимірювання надсилається до передавача. На приймальному кінці відеосигнал подається на пристрій декодування (декодер адреси), який визначає, до якого каналу належить передана адреса, і посиляє імпульс для перемикавання відповідного ключа  $K$ . Код результату вимірювання надходить у конвертер  $P_r$ , який перетворює пригнічений код у форму, яку легко зареєструвати.

Такий тип схеми можна використовувати, навіть якщо результати вимірювань передаються аналоговими методами. У цьому випадку в передавальній частині схеми замість пристрою повинен бути встановлений модулятор несучої імпульсу, а в приймальній частині завдання перетворювача  $P_r$  буде виконувати відповідний демодулятор.

Довільний порядок вибірки інформації робить RTS з канальним кодовим поділом більш гнучким, і на цій основі можна побудувати адаптивний RTS. Крім того, якщо в RTS із тимчасово розділеними каналами весь кадр (тобто інформація з усіх каналів) не буде отримано належним чином (або взагалі не буде отримано) через збій синхронізації. У разі поділу коду помилки ігноруються, коли інформація надходить лише з одного або кількох каналів через придушення або спотворення коду.

У RTS для передачі інформації з кожного каналу необхідно передати його адресу. Оскільки в кожен момент передається тільки один канал сигналу, тривалість кодового імпульсу повинна бути короткою, щоб уникнути втрати інформації. Для усунення цих труднощів необхідно передавати сигнали з різних каналів одночасно: в той же час попередні

комбінації адресних імпульсів з різних каналів можуть у деяких випадках формувати неправильні адреси.

Загальна характеристика супутникових радіонавігаційних систем (рисунок 2.1).

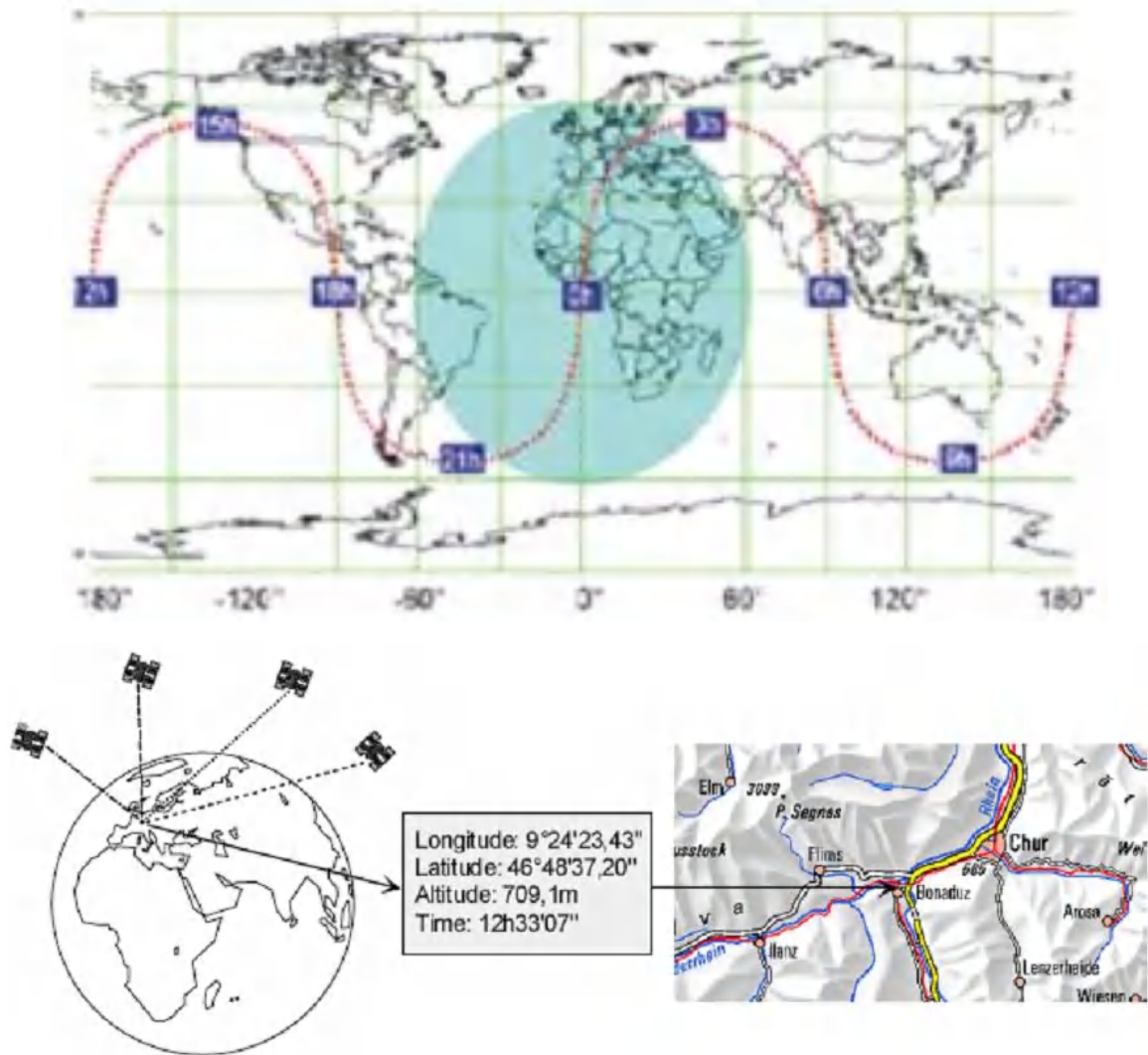


Рисунок 2.1 – Загальна характеристика супутникових радіонавігаційних систем

У системах диспетчеризації використання глобальних супутникових систем зв'язку може відігравати важливу роль, залежно від її ролі та сфери застосування. Невеликий огляд найбільш розроблених, функціональних і доступних на сьогоднішній день рішень покаже доцільність вибору кожної системи за певних обставин.

Слід враховувати, що сьогодні лише 20% суші покрито стільниковим зв'язком, а інші 80% – лише мобільним супутниковим зв'язком. Вона представлена на ринку декількома мобільними глобальними супутниковими системами, а також системами, які ще не є глобальними, але незабаром будуть у зв'язку з розширенням парку супутників, що працюють в них.

Основними представниками цього ринку є Inmarsat, Iridium, Globalstar, Turaya. Розглянемо кожну з цих систем окремо.

#### Орбітальна система Iridium

Iridium – це низькоорбітальна система, яка забезпечує справжнє глобальне (100%) покриття поверхні Землі. Її комерційна діяльність почалася в листопаді 1998 року, але в березні 2000 року система перестала обслуговувати користувачів через банкрутство. Через рік, у березні 2001 року, комерційна діяльність відновилася. Основним фактором, що впливає на відновлення роботи системи, є трирічний контракт на обслуговування 20 тис. супутникових телефонів і 5 тис. пейджерів для Пентагону та уряду США. Вартість контракту становить 3 мільйони доларів. Кожен місяць дає системі всі шанси вижити і розвиватися.

#### Характеристики системи Iridium:

66 основних супутників;

Кількість запасних супутників – 6;

Термін служби супутників на орбіті 5–8 років;

Висота орбіти, км 780;

Орбітальний період становить 120 хвилин 28 секунд;

Маса супутника, кг 700;

Кількість зональних променів 48/супутник;

Частота зв'язку:

Телефон "Ірідіум" – супутник, МГц 1616–1626,5;

Супутниковий телефон «Iridium Uppager, МГц 1616–1626,5;

Satellite – Супутник, ГГц 23,18–23,38;

Станція супутниково–наземного зв'язку, ГГц 19,4–19,6;

Наземна станція зв'язку – супутник, ГГц 29,1–29,3;

Термінали системи поділяються на портативні, морські та авіаційні.

Портативні термінали представлені телефонними трубками виробництва компанії «Моторола», які забезпечують голосовий зв'язок і передачу даних на швидкості 2,4 або 10 Кбіт/с. Зовні ці термінали нагадують мобільні телефони першого покоління і важать близько 400 грамів.

Судновий термінал має невеликі розміри та вагу, встановлюється практично на всі види суден.

Авіаційні термінали виробляють Honeywell і Icarus Instruments. Перший термінал виробника – AirSat 1 – успішно випробуваний на літаку F–16 на швидкості 2 м. Він складається з антени та приймально–передавального блоку, має невеликі розміри та важить близько 7,5 кг.

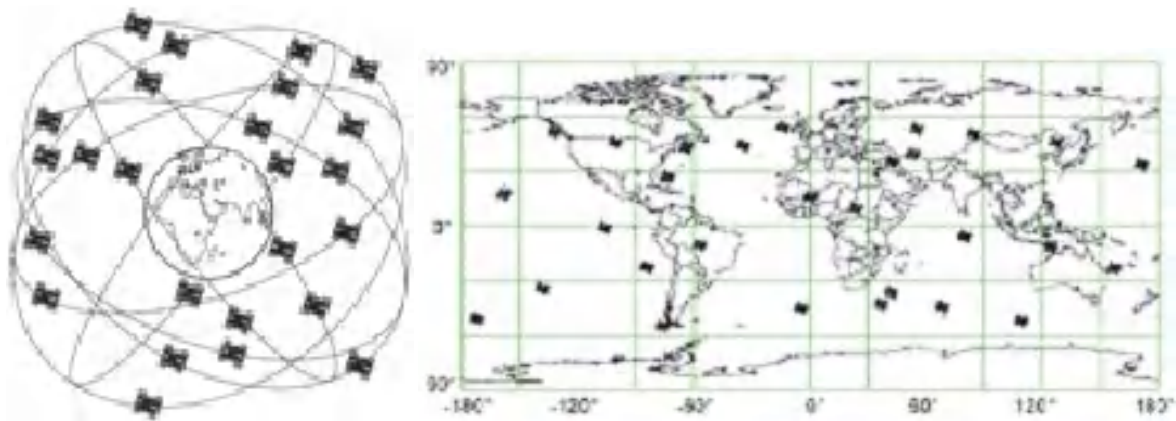


Рисунок 2.2 – Навігаційна система

Переваги системи Iridium:

1. 100% покриття поверхні Землі;
2. Низька залежність від наземних мереж завдяки міжсупутниковому зв'язку;
3. Дрібне та легке обладнання;
4. Робота терміналу в режимах GSM, CDMA, AMPS, N-AMPS.



Рисунок 2.3 – Система Globalstar

«Globalstar» – відносно молода глобальна система мобільного супутникового зв'язку. Їй вдалося зробити фурор на ринку завдяки неправильному прогнозуванню кількості користувачів. Завдяки своїй «псевдоглобалізації» вона посіла друге місце на Заході. Назва – «Localstar». Незважаючи на це, 48 супутників забезпечують покриття близько 80% поверхні Землі, але зв'язок в системі в основному регіональний через незалежність станцій зв'язку і того факту, що більшість станцій зв'язку не мають роумінгу. За розміром і вагою телефони схожі на ті, що працюють в системі «Ірідіум», і крім супутникового режиму працюють ще в стандартах GSM, CDMA, AMPS.

Телефони, які використовуються в цій системі, виробляються Ascom і Hughes. Сьогодні це невеликі термінали, які працюють з геостаціонарними супутниками.

Система позиціонування та передачі даних Inmarsat.

Система «Інмарсат» (Inmarsat – International Mobile Satellite Organization), заснована в 1979 році, досі залишається беззаперечним лідером у цій галузі. Супутники Inmarsat працюють на геостаціонарній орбіті, а близько 30 берегових станцій зв'язку використовуються для підключення до існуючих наземних мереж. Система забезпечує 98% покриття земної поверхні, а 8 основних супутників і 1 резервний супутник мають величезні резерви потужності, що дозволяє забезпечити всепогодний і стабільний зв'язок незалежно від зовнішніх умов.



З вищезазначених причин система «Інмарсат» була прийнята як обов'язкова для встановлення на морських суднах відповідно до міжнародних вимог DMSSB.

Основні характеристики системи "Інмарсат":

Кількість основних сателітів 4+4;

Кількість запасних супутників 1;

Термін служби супутника на орбіті становить 10 років;

Висота орбіти, км 35600;

Кількість зональних променів 1+7/супутник;

Частота зв'язку:

Термінал – супутник, МГц 1626,5–1660,5;

Супутниковий термінал, МГц 1525,0–1559,0;

Супутник – берегова станція, ГГц 3,6;

Берегова станція – супутник, ГГц 6,4.

Кількість послуг, які надає система, настільки велика, що її поділяють на стандарти. Найпопулярнішими сьогодні є «Інмарсат-С», «Інмарсат-телефон міні-М» та «Інмарсат-ГАН» (раніше «Інмарсат-М4»), а одна з останніх розробок – Інмарсат D (D+).

«Інмарсат-С» забезпечує низькошвидкісний прийом і передачу даних, працює в додатках SCADA, визначає положення рухомих об'єктів.

"Inmarsat-phone mini-M" забезпечує голосовий зв'язок, факс та передачу даних (2,4 Кбіт/с), доступ до Інтернету та електронної пошти. Термінал має розміри та вагу менш стандартного "ноутбука".

«Інмарсат-телефон міні-М» забезпечує передачу голосу, факсу та даних (2,4 Кбіт/с), доступ до Інтернету та електронної пошти. Термінал менший за розміром і вагою, ніж стандартний «ноутбук».

«Інмарсат-ГАН» унікальний тим, що надає повний набір послуг: «Інмарсат-телефон міні-М», а також послуги ISDN, доступ до Інтернету та електронної пошти на швидкості 64 Кбіт/с. Впровадження служби пакетної передачі даних (MPDS–Mobile Packet Data Service) дозволяє залишатися

онлайн, але оплачує не час перебування в мережі, а кількість переданої/отриманої інформації. Хоча ця послуга відносно нова, термінали були розроблені не лише для портативного використання, але й для встановлення на транспортних засобах і річкових човнах.

Односторонній (Inmarsat-D) і двосторонній (Inmarsat-D+) зв'язок для коротких повідомлень довжиною до 138 символів за допомогою терміналу розміром з магнітофон. Стандартний термінал Inmarsat-D вартістю 700 доларів є найдешевшим і найкомпактнішим терміналом супутникового зв'язку. Ідеальний спосіб передачі коротких повідомлень кільком користувачам одночасно.

Переваги «Інмарсат»:

1. Повний спектр телекомунікаційних послуг для всіх ринків, включаючи повітряний і морський;
2. Унікальні послуги ISDN і MPDS;
3. Забезпечити якість і надійність зв'язку;
4. Система не може збанкрутувати, оскільки акціонерами системи є 86 країн-учасниць.

Недолік: Відсутність покриття в 6 приполярних регіонах;

Потрібен пристрій позиціонування, не обладнаний самонавідною антеною.

Перспективи: Впровадження стандарту Inmarsat B-GAN, що забезпечує швидкість передачі даних до 432 Кбіт/с.

Глобальна система визначення GPS (США).

Найвідомішими системами супутникової радіонавігації є американська система GPS (також відома як NAVSTAR – Navigation System Using Timing and Ranging) Ці системи складаються з космічної частини – 24 орбітальних супутника – станції стеження та призначеної для користувача частини – GPS-приймача. Ці системи спочатку були запроваджені для військових цілей, але згодом відкриті для комерційного використання. За винятком робочої частоти та методу поділу каналів, дві системи працюють однаково.

Перший супутник вийшов на орбіту 22 лютого 1978 року, а сьогодні налічується 28 діючих супутників на 6 різних орбітах на висоті 20 180 км. Їх орбіти знаходяться на  $55^\circ$  від екватора, а останні 4 супутники забезпечують радіозв'язок з будь-якою точкою Землі. Час обертання кожного супутника Землі становить близько 12 годин, на борту знаходяться 4 атомних синхронізатора.

Система включає 24 космічних корабля, розташованих у шести площинах, розташованих на екваторі під кутом  $60$  градусів одна від одної. Кругова орбіта має кут нахилу  $55$  градусів від площини екватора та орбітальну висоту близько  $20\ 000$  кілометрів. Псевдошумові сигнали випромінюються на двох частотах: (L1)  $1575,42$  МГц і (L2)  $1227,60$  МГц. Використовуйте кодовий поділ сигналу КА.

Точні (P) сигнали на частотах (L1) і (L2), які надаються військовим і деяким цивільним користувачам у Сполучених Штатах і їх союзниках, мають точність координат  $11$  м, висоту  $14$  м і точність  $36\text{--}50$  нс. за часом. Цей сигнал може бути додатково закодований (замкнутий) і має назву P(Y). Відкритий сигнал (C/A) на частоті стандартної точності L1 навмисно прихований і забезпечує набагато менш точні координати,  $35\text{--}50$  м для координат,  $70\text{--}80$  м для висоти та  $140\text{--}170$  нс для часу.

У Європі вирішили створити цивільну супутникову навігаційну систему GALILEO.

Таким чином, система GPS найкраще підходить для цього проекту:

- простота виконання приймачів і радіоелектронних компонентів;
- широке поширення системи та її сервісів;
- Охоплює всю Землю, крім полярних областей;
- Малі розміри приймальної антени та блоку обробки.
- Загальна доступність системної інформації
- Простий і недорогий у використанні;
- Великі інвестиції в систему забезпечують стабільну роботу в найближчі десять років;

## Спосіб установки GPS

### Принципи GPS.

Системи GPS базуються на:

супутникова трилатерація (на якій працює система);

- супутникова телеметрія (вимір відстаней до супутників);

- точна прив'язка часу (висока точність синхронізації відліків часу в супутникових приймальних системах);

- точне положення супутника в просторі;

- виправляє помилки, викликані затримками супутникового радіосигналу в іоносфері та тропосфері.

### Основні характеристики GPS-приймачів

До основних характеристик ресивера зазвичай відносять наступні параметри:

- 1 канал прийому;

- 2 навігаційні розрахунки;

- 3 Швидкість оновлення навігаційних даних;

- 4 Визначте точність координат і достовірність навігаційних вимірювань.

У сучасних ресиверах кількість каналів прийому становить 6–8, що дозволяє отримувати дані з максимальної кількості супутників, що спостерігаються в точці прийому. Швидкість оновлення навігаційних даних зазвичай дорівнює 1 с. Приймач має два режими роботи – 2D (двовимірне вимірювання) і 3D (тривимірне вимірювання), в яких необхідно отримувати повну інформацію від 3 або 4 супутників відповідно. Визначення ваших координат займає 2–3 хвилини. Точний характер і надійність розрахунку залежить від типу коду доступу приймача. Розрізняють такі коди:

S/A – Загальний цивільний кодекс зі штучними псевдовипадковими помилками;

P – код, точний код (тільки Федеральна служба та військові відділення США);

Y – Код – P – Зашифрована версія коду (з дуже обмеженим доступом).

Частота прийому (L1) 1575,4 (L2) 1227,6.

Довжина псевдовипадкової послідовності 1023 наддовга.

Тактова частота, МГц 1023 1023.

Точність визначення координат 100 16.

Точність швидкості, м/с 10 од.

Точність часу ns 340 90.

Основним методом підвищення точності вимірювання координат є відомий у радіонавігації принцип диференціального вимірювання. Суть методу полягає у використанні додаткового опорного GPS-приймача, встановленого в точці з відомими географічними координатами. Поправки обчислюються, коли координати, виміряні еталонним приймачем GPS, порівнюються з фактичними координатами. Поправки, отримані від опорної станції, додаються користувачем до прийнятих ним значень координат. Важливо відзначити, що компенсація помилок відбувається на відстані до 500 км від базової станції, яка надсилає диференціальні поправки, через зміни в складі супутника, які одночасно спостерігаються приймачем GPS користувача та опорним приймачем GPS. Коли використовується цей режим, помилки, внесені людьми, можуть бути повністю компенсовані, а об'єктивні помилки можуть бути зменшені. У цьому випадку похибка визначення становитиме не більше 5 м (SCO) для доступу типу S/A.

## РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 3.1. Вибір та обґрунтування конструктивних варіантів

Принцип вимірювання часу проходження сигналу

Сегмент управління (OCS) включає головну станцію управління в Колорадо, п'ять станцій управління, оснащених атомними годинниками, розташованих по всьому світу поблизу екватора, і три наземні станції управління, які передають інформацію на супутники. Найважливіші завдання відділу управління:

- спостерігати за рухом супутника та обробляти орбітальні дані (ефемериди)
- супутникові години та їх оперативний контроль
- супутникова синхронізація часу
- ретрансляція точних орбітальних даних, отриманих із супутників зв'язку
- ретрансляція орбітальних даних (альманаху), отриманих з усіх супутників
- передавати більше інформації, включаючи статус супутника, помилки часу тощо.

Тактова частота: 1PPS. система часу.

Більшість модулів GPS генерують один часовий імпульс в секунду – 1 PPS (1 імпульс в секунду), синхронізований з UTC. Тактові імпульси можна використовувати для синхронізації мереж зв'язку (точна синхронізація).

Хоча час відіграє фундаментальну роль у визначенні місцезнаходження за допомогою GPS, існує п'ять важливих відмінностей між системами часу GPS:

Атомний час (TAI).

Запровадження міжнародної атомної шкали часу має надати універсальну абсолютну шкалу часу, яка не тільки задовольняє різні практичні потреби, але й може використовуватися для позиціонування GPS. Починаючи з 1967 року, секунда була визначена як друга атомна константа у фізиці, а нерадіоактивний елемент цезій Cs був обраний еталоном. Резонансна частота між цим атомним енергетичним рівнем відповідає 9192631770 Гц. Отриманий таким чином час є одиницею системи СІ. Атомний час починається о 00:00 1 січня 1958 року.

Всесвітній координований час (UTC).

UTC було введено для того, щоб мати практичну шкалу часу, яка відповідає всесвітньому атомному часу, який також відповідає всесвітньому координатному часу. На відміну від TAI, тут підраховуються секунди, тобто  $UTC = TAI - n$ , де  $n$  = кількість повних секунд з 1 січня або 1 червня поточного року.

Час GPS.

Час основної системи GPS визначається кількістю тижнів і секунд на тиждень. Дата початку – неділя, 6 січня 1980 року о 00:00 (UTC). Кожен тиждень GPS починається з суботи на неділю ввечері, безперервний часовий масштаб, встановлений головним годинником на головній станції керування. Різниця в часі між GPS і UTC постійно обчислюється та додається до навігаційних повідомлень.

Супутниковий час.

Через постійні та нерегулярні помилки частоти атомних годин на супутниках GPS власний час супутника відрізняється від часу системи GPS. Супутникові годинники контролюються станцією керування, і будь-які помітні різниці в часі передаються на Землю. Ці відмінності необхідно враховувати в поведінці локальних вимірювань GPS.

Місцевий час

Місцевий час – це час у певному регіоні. Співвідношення між місцевим часом і часом UTC визначається часовим поясом і літнім часом.

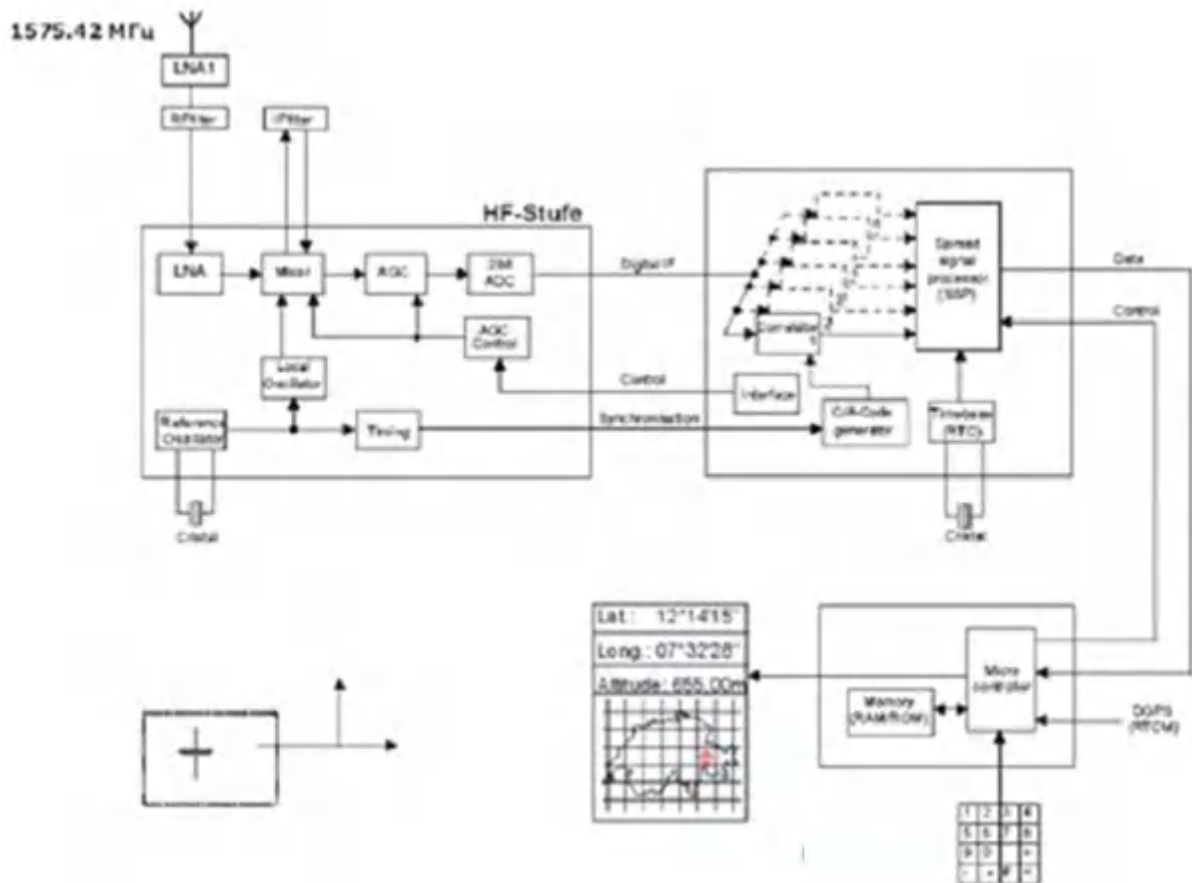


Рисунок 3.1 – Спрощена діаграма приймача GPS

GPS приймачі поділяються на такі основні частини:

1 Антена: антена приймає дуже слабкі сигнали від супутників на частоті 1572,42 МГц. Вихідний сигнал становить приблизно 163 дБВт. Деякі антени (пасивні) мають посилення 3 дБ.

2 LNA 1: Цей підсилювач (LNA) підсилює сигнал приблизно на 15...20 дБ.

3 ВЧ-фільтр: ширина сигналу GPS становить приблизно 2 МГц. Високочастотні фільтри зменшують вплив перешкод сигналу. Високочастотний фільтр і сигнальний процесор є спеціальними схемами GPS-приймача, які можна підлаштовувати один під одного.

Рівень 4 ВЧ: посилений сигнал GPS поєднується з частотою гетеродина. Відфільтрований сигнал ПЧ утримується на постійному рівні амплітуди та оцифровується за допомогою (AGC)



5 Фільтр ПЧ: фільтрує ПЧ за допомогою частоти 2 МГц. Частота появи на етапі змішування знижується до прийняттого рівня.

6 Процесор сигналів: до 16 різних супутникових сигналів можна зіставляти та декодувати за одиницю часу. Кореляції генеруються шляхом постійного порівняння з кодом С/А. ВЧ каскад і сигнальний процесор підключаються одночасно для синхронізації з сигналом. Сигнальний процесор має власну часову базу (RTC). Усі ансамблеві дані є загальними (час проходження сигналів закритого супутника визначається кореляторами) і називаються необробленими даними. Процесор сигналів може отримувати зміщення від планувальника по дроту для роботи в різних режимах роботи.

7 Контролер: Використовуючи вхідні дані, контролер обчислює позицію, час, швидкість, курс тощо. Він обробляє сигнальний процесор і передає обчислені значення на дисплей. Важлива інформація (наприклад, ефемериди, остання позиція тощо) декодується та зберігається в оперативній пам'яті. Програми та алгоритми розрахунків написані в ПЗП.

8 Клавіатура: за допомогою клавіатури користувач може вибрати потрібну систему координат і параметри, які мають відобразитися (наприклад, кількість видимих супутників).

9 Дисплей: обчислене положення (довгота, широта та висота) має бути доступним для користувача. Для цього можна використовувати 7-сегментний дисплей або екран, який використовує проєкційну карту. Розраховані дані можна зберегти, а також весь маршрут.

10 Джерело живлення: Джерело живлення забезпечує необхідну робочу напругу для всіх рівнів електронних компонентів.

Модулі GPS приймача.

GPS-модуль повинен оцінити слабкі сигнали антени від чотирьох супутників, щоб визначити правильну 3D-позицію. Сигнал часу додатково передається на довготу, широту та висоту. Цього разу сигнал синхронізований з UTC. За допомогою певного положення та точного часу можна визначити додаткові величини, такі як швидкість і прискорення.

Модуль GPS передає інформацію про склад, статус супутника, кількість видимих супутників і т.д.

Прийнятий сигнал (1575,42 МГц) посилюється і перетворюється на нижчу проміжну частоту. Генератор забезпечує необхідні хвилі для перетворення частоти, а також тактової частоти процесора і кореляторів. Перетворить аналогову ПЧ на цифровий сигнал за допомогою 2-розрядного АЦП.

Використовувати послідовність годинника PRN, щоб встановити час передачі сигналу від супутника до приймача GPS. Щоб отримати максимальну кореляцію, потрібно використовувати супутникові послідовності PRN. Дані можна оновити, змішавши їх із правильною послідовністю PRN. При цьому корисний сигнал посилюється вище рівня перешкод. Обробляйте до 16 супутникових сигналів одночасно. Контроль і генерація послідовності PRN і відновлення даних виконується сигнальним процесором. Обчислення та зберігання позицій і проміжних змінних виконується процесором із пам'яттю.

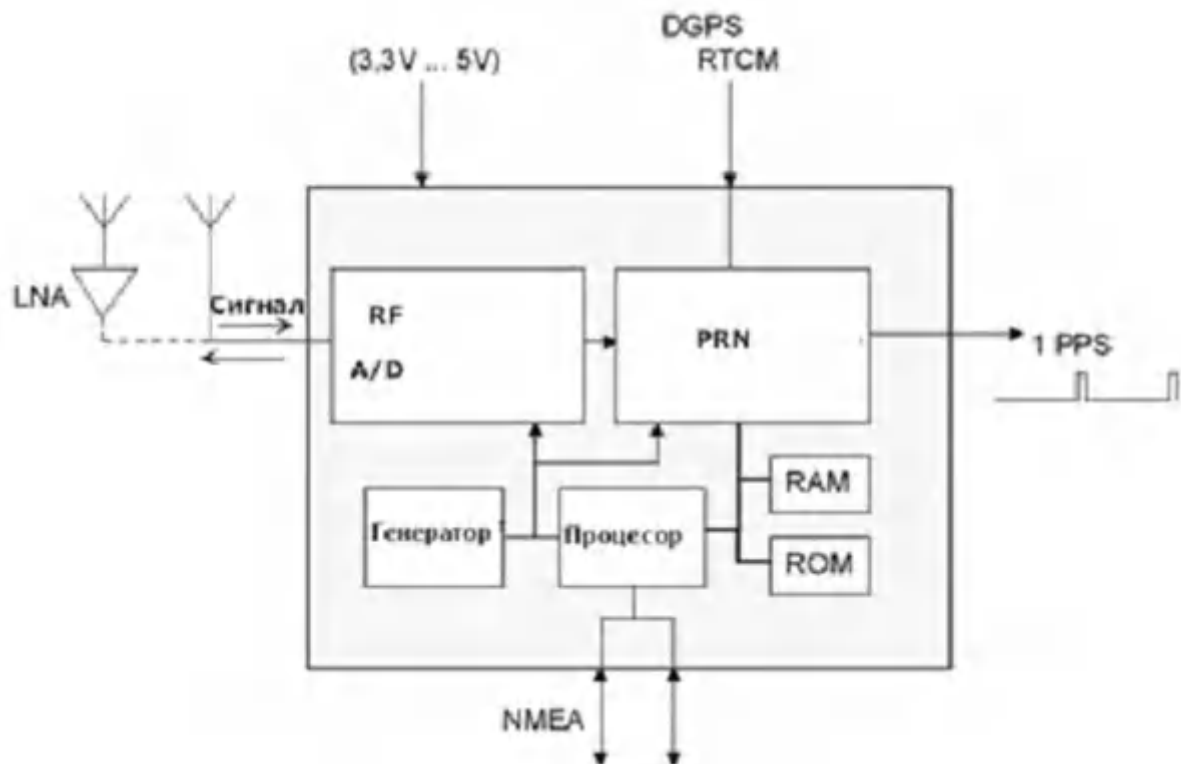


Рисунок 3.2 – Загальна схема модуля GPS

Інтерфейс даних GPS.

Протокол Trimble. GPS–приймачі та модулі Trimble передають GPS–інформацію за двома різними протоколами:

1. Стандартний протокол NMEA;
2. Двійковий протокол TSIP (Trimble підтримує близько 30 різних типів даних).

Побудова та принцип роботи GPS\AVL.

Обґрунтування планування інформаційних технологій дуже просте. Кожна одиниця транспортного парку оснащена мініатюрним багатоканальним приймачем навігаційного сигналу, який може безперервно запускати супутники за будь-яких погодних умов і є абсолютно безкоштовним.

Після відповідної обробки за допомогою спеціального бортового процесора інформація перетворюється на значення довготи, широти, висоти, швидкості та напрямку руху автомобіля, які по УКХ-радіостанції передаються на диспетчерську відповідної служби, каналів, стільникових мереж або глобальної системи супутникового зв'язку.

Диспетчери потенційно можуть отримувати дані про стан тисяч транспортних засобів завдяки швидкому, регулярному автоматичному опитуванню та високій швидкості передачі інформації про автомобілі.

Телеграми зі спецтранспорту транслюються по радіо без втручання водія. Це дозволяє оперативній групі зосередитися на своїх безпосередніх обов'язках, а диспетчер може приймати рішення на основі об'єктивної інформації, а не на словах екіпажу, що особливо важливо в критичних ситуаціях. Натиснувши кнопку на екрані бортового індикатора, водій може відправити стандартні або екстрені повідомлення, такі як «На маршруті, чекаю вказівки», тощо.

Разом з усіма цими повідомленнями диспетчер отримує координати транспортного засобу з точністю до 2–5 метрів, незалежно від бажання екіпажу. Контролер також може відправляти команди на екран бортового

індикатора стану, який після зчитування водій надсилає підтвердження отримання.

Значно скорочується час реагування: диспетчери можуть визначити місцезнаходження кожного транспортного засобу та чи потрібна допомога одним лише поглядом на екран робочої станції.

У службах громадської безпеки системи AVL особливо ефективні в підтримці переслідування, перехоплення та операцій з декількома транспортними засобами в польових умовах.

Важливо, що AVL істотно скорочує голосовий і радіообмін, оскільки практично всі дії і можливі ситуації, відображені в посадових інструкціях оперативних служб, попередньо запрограмовані в бортовому комплексі і передаються по цифрових каналах, а це, в свою чергу, просте кодування.

### **3.2 Види робіт, які виконує гусеничний бульдозер ХТЗ ТС-10**

Трактор ТС-10 тягового класу 10 належать до гусеничних промислових тракторів загального призначення [4].

Він може експлуатуватися в агрегаті з бульдозером та іншими дорожньо-будівельними машинами для виконання транспортних та будівельних робіт на ґрунтах I–III категорії без попереднього розпушування, на ґрунтах вище III категорії, на мерзлих ґрунтах та легких розбірних скельних породах – з попереднім розпушуванням.

Трактор, залежно від кліматичних умов експлуатації, може бути виготовлений у двох виконаннях:

У1 – для експлуатації в районах з помірним кліматом за температури повітря від мінус 40 до плюс 40°C;

Т1 – для експлуатації в районах із тропічним кліматом.

Загальний вигляд бульдозера ХТЗ ТС-10 представлено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд бульдозера ХТЗ ТС-10 [5]

Технічні характеристики бульдозера ХТЗ ТС-10 представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики бульдозера ХТЗ ТС-10 [5]

| Марка трактор  | ТС-10   |
|--|---|
| Тип трактора   | Гусеничний, промисловий, загального призначення |
| Тяговий клас   | 10  |
| Габаритні розміри (при неповантажених ґрунтозаціпах, опущеному на опорну поверхню трактора робочому обладнанні та куті різання відвалу 55°), мм, не більше |   |
| довжина:   |   |
| без робочого обладнання  | 4020  |
| з бульдозерним обладнанням   | 4970  |
| з бульдозерним та розпушувальним обладнанням   | 6420  |
| ширина:  |   |
| без робочого обладнання  | 2400  |

Продовження таблиці 3.1

|  |              |
|--|--------------|
| з робочим обладнанням (по відвалу)   | 3240         |
| висота   | 3200         |
| Маса трактора кг, не більше:   |              |
| конструктивна:   |              |
| без робочого обладнання  | 13110        |
| з бульдозерним обладнанням   | 14810        |
| з бульдозерним і однозубим розпушальним обладнанням  | 15810        |
| з бульдозерним і тризубим розпушувальним обладнанням   | 16110        |
| експлуатаційна:  |              |
| без робочого обладнання  | 13860        |
| з бульдозерним обладнанням   | 15560        |
| з бульдозерним і однозубим розпушальним обладнанням  | 16560        |
| з бульдозерним і тризубим розпушувальним обладнанням   | 16860        |
| Максимальне (розрахункове) окружне зусилля на ведучих колесах, кН (кгс)  | 168(16800)   |
| Швидкість руху при максимальному тяговому зусиллі, без урахування буксування, км/год                                   | 1,8          |
| Максимальна (розрахункова) швидкість руху, км/год  | 9,2          |
| Тягове зусилля, при максимальній швидкості, кН (кгс)   | 27 (2700)    |
| Середній умовний (розрахунковий) тиск гусениць на ґрунт при експлуатаційній масі трактора, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ): |              |
| без робочого обладнання  | 0,053 (0,53) |
| з бульдозерним обладнанням   | 0,059 (0,59) |
| з бульдозерним та розпушувальним обладнанням   | 0,065 (0,65) |
| Дорожній просвіт з зануреними ґрунтозачепами мм, не менше  | 370          |
| Колія, мм  | 1880         |
| База, мм   | 2550         |
| Кут в'їзду трактора з бульдозерним обладнанням, градус, не менше   | 20           |
| Максимальна крутість, що долається трактором на сухому задерненому ґрунті, градус, не менше:                           |              |
| підйом (спуск)   | 20           |
| схил   | 30           |
| Глибина броду, що переборюється м, не менше:   |              |

## Продовження таблиці 3.1

|   |  |
|---|--|
| для водних перешкод з пухким мулистим дном                                    | 0,5  |
| для водних перешкод з кам'янистим рівним дном                                 | 0,8  |
| Тривалість безперервної роботи трактора без дозаправки паливом, год, не менше | 12   |
| Двигун  |  |
| Тип   | Дизельний, чотиритактний, шестициліндровий   |
| Модель  | ЯМЗ–236М2–4  |
| Номінальна потужність, кВт (к.с.)   | 132 (180)  |
| Номінальна частота обертання, с <sup>-1</sup>                                 | 35(2100)   |
| Система пуску   | Електростартер   |
| Система охолодження   | Рідина, закритого типу, з примусовою циркуляцією охолоджувальної рідини  |
| Система розігріву   | Підігрівач рідинний дизельного типу ПЗ–30Ж   |
| Система змазки  | Комбінована, під тиском і розбризкуванням  |
| Тип   | Гідромеханічна, що складається з гідроприводу та двох бортових редукторів  |
| Гідропривід   | Регульований об'ємний, двоконтурний (незалежні контури лівого та правого бортів трактора), реверсивний   |
| Насосна станція   | З послідовним розташуванням насосів, з'єднаних з двигуном за допомогою упругої муфти "Centaflex Series K"  |
| насос гідроприводу  | Здвоєний регульований аксіально-поршневий, A4VG105EP2X1/32R–NSF02F 731MC–ES+ A4VG105EP2X1/32R–NF02F021MC–ES+, виробництва "Bosch Rexroth", Німеччина |

Продовження таблиці 3.1

|   |  |
|---|--|
| насос робочого обладнання                                   | AZPG-12-056RDCO7KB<br>S0081,<br>виробництва "Bosch<br>Rexroth", Німеччина  |
| Бортові редуктори   | Планетарний,<br>HYDROTRAC GFT 65 T2<br>1004 з гідромотором<br>A6VE160EP2/63W-<br>VAL027FPB-<br>SK, виробництва "Bosch<br>Rexroth", Німеччина |
| Управління гідроприводом                                    | Електрогідравлічне, за<br>допомогою джойстика з<br>місця оператора   |
| Максимальна тиск в гідроприводі, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | 45 (450)   |
| Ходова частина  |  |
| Тип   | Гусеничний рушій з<br>механізмом натягу та<br>здавання   |
| Гусеничний рушій  | Два гусеничних рушія.<br>Гусеничний візок з<br>натяжним колесом,<br>шістьма<br>опорними котками та<br>одним підтримуючим<br>катком           |
| Ширина гусеничної стрічки, мм                               | 500  |
| Підвіска  | Напівжорстка, з<br>поперечною балансірною<br>балкою, з винесеною віссю<br>хитання візків, з силовим<br>замиканням візків на раму<br>трактора |
| Механізм натягу гусениці                                    | Гідравлічний з пружинною<br>ланкою   |
| Робоче обладнання   |  |
| Управління робочими органами                                | Двома рукоятками,<br>пропорційним<br>розподільником та<br>гідроциліндрами  |



Продовження таблиці 3.1

|   |   |
|---|---|
| Максимальний тиск рідини у гідросистемі робочого обладнання, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | 20 (200)  |
| Бульдозерне обладнання  |   |
| Тип відвалу   | Напівсферичний неповоротний з гідроперекосом                            |
| Об'єм призми волочіння (теоретичний), м <sup>3</sup> , не менше                         | 4,5   |
| Ширина відвалу, мм, не менше  | 3200  |
| Висота відвалу, мм  | 1200  |
| Опускання відвалу нижче опорної поверхні (при занурених ґрунтозацехах), мм, не менше    | 300   |
| Основний кут різання, градус  | 55  |
| Максимальний кут поперечного перекосу відвалу в кожену сторону, градус, не менше        | 10  |
| Управління зміною кута різання відвалу  | Гвинтовими та гідравлічними розкосами                                   |
| Маса бульдозерного обладнання, кг, не більше  | 1700  |
| Розпушувальне обладнання  |   |
| Тип   | Паралелограмна, чотириланкова однозуба або тризуба                      |
| Максимальне заглиблення зуба, мм, не більше   | 500   |
| Ширина наконечника зуба, мм, не більше  | 80  |
| Маса розпушувального обладнання, кг:  |   |
| однозубого  | 1000  |
| тризубого   | 1300  |
| Електроустаткування   |   |
| Система проводки  | Однопровідна, негативні полюси джерел та споживачів пов'язані з "масою" |
| Номінальна напруга, В   | 24  |
| Акумуляторні батареї:   |   |
| Кількість, шт   | 2   |
| марка   | 6СТ-190А3   |
| напруга батареї, В  | 12  |
| ємність, А·ч  | 190   |

Продовження таблиці 3.1

|  |  |
|--|--|
| Кабіна   |  |
| Тип  | Відкидний, суцільнометалевий із вбудованими системами захисту оператора (FORS і ROPS), з невідкидним майданчиком оператора |
| Система обігріву кабіни  | З відбором тепла від системи охолодження та розігріву двигуна  |
| Система очищення скла  | Чотири електричних склоочищувача переднього, заднього та дверей кабіни   |
| Заправні обсяги  |  |
| Паливний бак, л  | 300  |
| Система охолодження та розігріву двигуна (при заливці низькозамерзаючої рідини), л | 50   |
| Система змащення двигуна, л  | 26   |
| Гідросистеми робочого обладнання та гідростатичеської передачі, л                  | 280  |
| у тому числі бак, л  | 210  |
| Бортовий редуктор (кожен), л   | 7  |
| Натяжне колесо (кожне), л  | 0,35   |
| Опорна (підтримуюча) ковзанка (кожна), л   | 0,32   |
| Механізм натягу гусениці (кожен), л  | 0,2  |

Загальне компонування трактора (рисунок 3.3) – блочно-модульне, з переднім розташуванням силової установки та заднім – силових агрегатів трансмісії (бортових редукторів). На тракторі встановлений чотиритактний шестициліндровий дизельний двигун рідинного охолодження з електростартерним запуском.

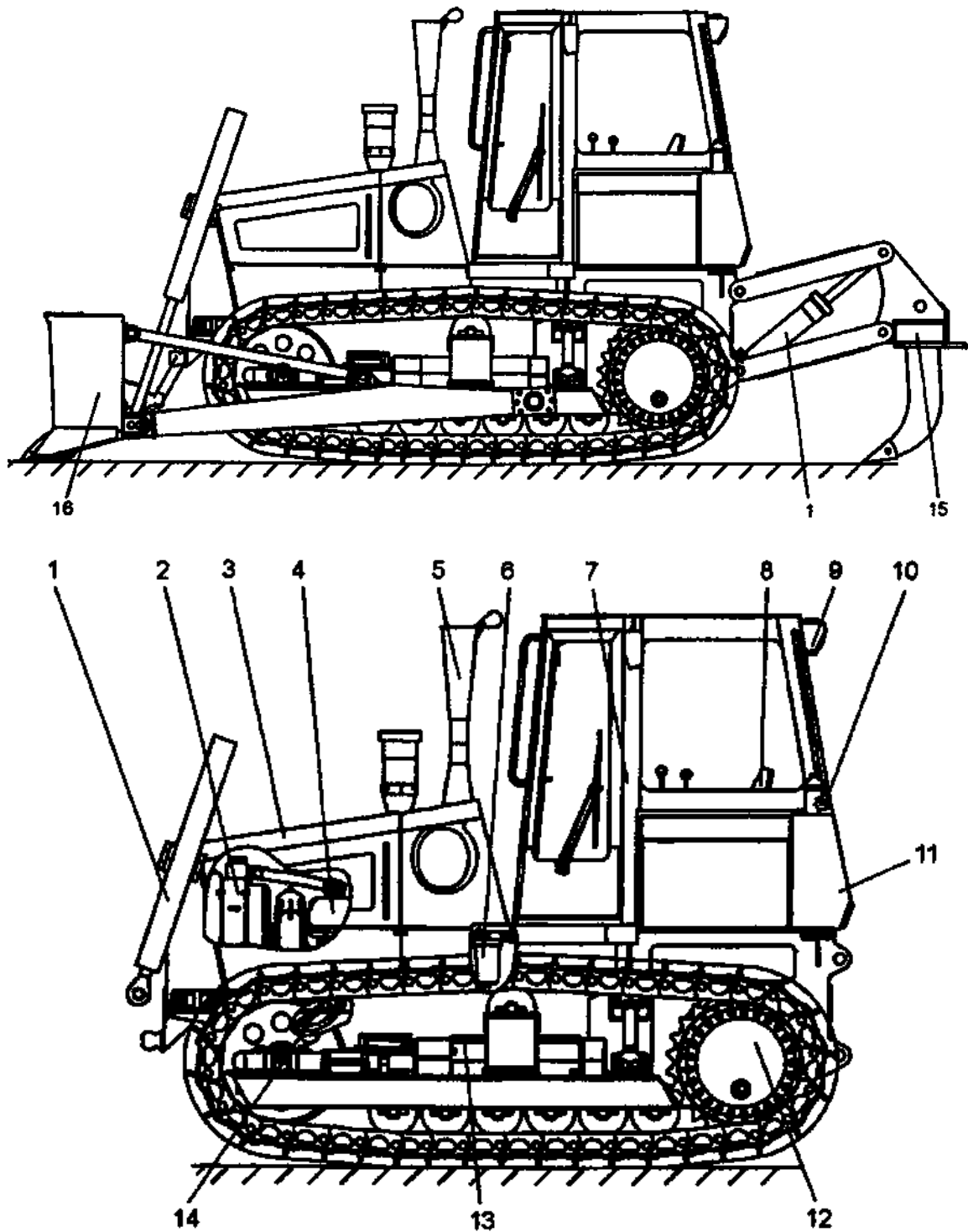


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд бульдозера ХТЗ ТС-10:

1 – гідросистема робочого обладнання; 2 – система охолодження та розігріву двигуна; 3 – капот; 4 – силова установка; 5 – система впуску та випуску; 6 – гідропривід трансмісії; 7 – кабіна; 8 – майданчик оператора; 9 – електрообладнання; 10 – система доступу; 11 – паливна система; 12 – бортовий редуктор; 13 – ходова частина; 14 – система змащення двигуна; 15 – розпушувальне обладнання; 16 – бульдозерне обладнання

Трансмiсія – гiдромеханiчна, що складається з двоконтурного гiдроприводу та двох бортових редукторiв з гiдромоторами, з безступiнчатим регулюванням швидкостi руху та повороту.

Трансмiсія забезпечує:

- безступiнчаста змiна швидкостi вiд 0 до 9,2 км/год уперед чи назад;
- багаторадiусний поворот по довiльнiй траєкторiї та можливiсть розвороту на мiсцi за рахунок обертання гусениць з рiзною швидкiстю та напрямком без розривiв потоку потужностi до обох гусениць;
- гальмування;
- гальмо стоянки.

Ходова частина складається з двох гусеничних вiзкiв, гусеничних ланцюгiв, несучої системи (рами) та балансирувальної поперечної балки, що зв'язує несучу систему трактора та вiзки гусениць.

Кабiна одномiсна суцiльнометалева з панорамним склiнням та вбудованою системою захисту при перекиданнi машини (ROPS) та вiд падаючих предметiв (FOPS).

Кабiна забезпечена системою опалення та вентиляцiї та розташована над трансмiсiєю.

Сидiння – пiдресорене з пневмогiдрравлiчним демпфером подвiйної дiї, з низькою спинкою. Сидiння має регульовану пiдвiску по зростанню та масi тракториста.

Робоче обладнання – бульдозер з неповоротним напiвсферичним вiдвалом, а також розпушувач.

Гiдросистема робочого обладнання.

Гiдросистема робочого обладнання, призначена для управлiння бульдозерним та розпушальним обладнанням трактора.

Гiдросистема робочого обладнання включає такi складовi частини:

насос Н1, розподiльник Р1, дросель Др, гiдрозамок ЗМ1, фiльтр лiнійний Ф1, гiдроцилiндри Ц1 та Ц2 для пiдйому та опускання бульдозерного вiдвалу, гiдроцилiндр Ц3 гiдроперекоосу бульдозерного

відвалу, гідроциліндри Ц4 та Ц5 підйому опускання розпушувача, масляний бак Б та блок управління БУ2 розпушальним обладнанням.

Управління робочим обладнанням здійснюється двома рукоятками пов'язаними з блоками управління БУ1 і БУ2, розподільником Р1 і гідроциліндрами Ц1–Ц5.

Пропорційний розподільник Р1 дозволяє одночасно працювати відвалом бульдозерного обладнання та розпушувачем.

Робоча рідина з масляного бака Б по всмоктувальній гідролінії, з'єднаної із забірним краном бака, надходить до гідронасосу Н1.

При необхідності перекрити подачу рідини з бака, слід втиснути шток крана до упору.

У відкритому (робочому) положенні крана шток має бути максимально висунутим та заблокованим трубкою штока.

Гідронасос Н1 нагнітає масло в розподільник Р1, що направляє масло в гідроциліндр в залежності від обраного режиму роботи.

Розподільник відрегульований на тиск 18–20 МПа (180–200 кгс/см<sup>2</sup>).

Блоки управління БУ1 та БУ2, розподільник Р1 запитуються маслом від насосів підживлення гідроприводу трансмісії під тиском 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>).

Злив мастила в бак відбувається через розподільник Р1 та фільтр Ф1.

Гідроциліндри служать для управління відвалом бульдозерного обладнання та розпушувачем.

Пристрій гідроциліндра підйому та опускання відвалу бульдозерного обладнання наведено на рисунку 3.4, гідроциліндри гідроперекоси відвалу та управління розпушальним обладнанням мають аналогічну конструкцію.

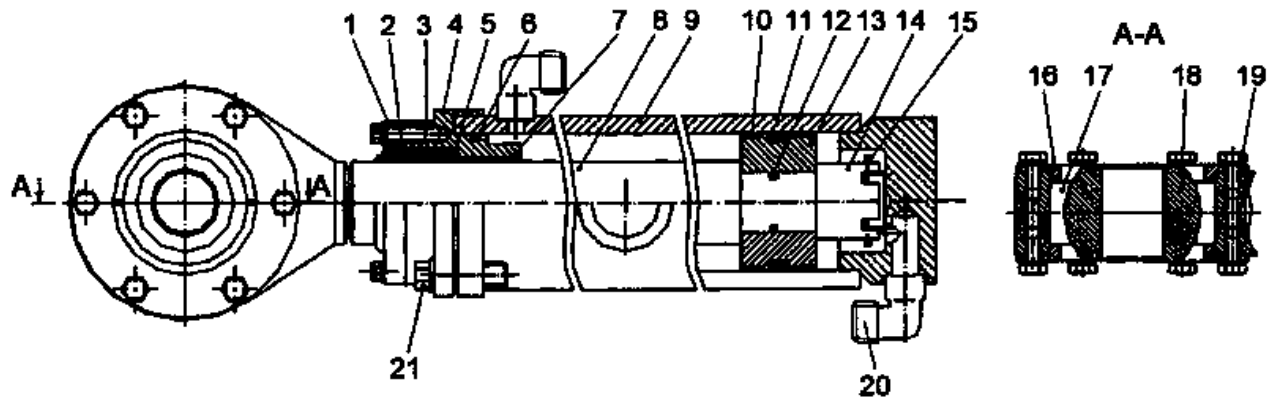


Рисунок 3.4 – Гідроциліндр підйому-опускання відвалу бульдозерного обладнання:

- 1 – скребок; 2 – чистик; 3 – манжета; 4,16 – кришки; 5 – шайба;  
 6,10,12 – кільця; 7,18 – втулки; 8 – шток; 9 – циліндр; 11 – ущільнення;  
 13 – поршень; 14 – гайка; 15 – шплінт; 17 – сухар; 19,21 – болти;  
 20 – косинець поворотний

Бульдозерне обладнання з неповоротним відвалом складається з робочого органу (відвалу з ножами), пристрою, що штовхає, механізму компенсації перекосу відвалу. Підйом та опускання відвалу здійснюється двома гідроциліндрами гідросистеми трактора.

Робочий орган – відвал криволінійного профілю, що з'єднується за допомогою пристрою, що штовхає з візками гусениць, призначений для розробки і переміщення ґрунту.

Відвал є зварною металоконструкцією, що складається з лобового листа, коробок жорсткості у верхній і нижній частині відвалу з тильного боку лобового листа.

Поздовжні коробки жорсткості з'єднані вертикальними коробками, що оберігають лобову поверхню відвалу від прогину. З торців коробки жорсткості закриті бічними стінами. До нижньої коробки жорсткості приварені вуха для з'єднання з брусами, що штовхають, і штоками гідроциліндрів підйому відвалу. До верхньої коробки жорсткості приварені

вуха для кріплення гвинтового та гідравлічного розкосів. До нижньої частини лобового листа кріпляться ножі.

Толкаючий пристрій складається з брусів, призначений для передачі штовхаючого зусилля до відвалу.

Механізм компенсації перекосу відвалу у вигляді поперечної тяги призначений для розподілу бічних навантажень на бруси. Поперечна тяга через шарові шарніри одним кінцем з'єднана з відвалом, іншим – з рамою трактора.

Гвинтовий та гідравлічний розкоси призначені для зміни кута поперечного перекосу та регулювання кута різання відвалу.

Зміною довжини гвинтового розкосу та гідророзкосу в один бік регулюється кут різання відвалу.

При вкрученому до упору гвинті розкосу кут різання відвалу становить  $50^\circ$ . При вивернутом гвинті до появи різьби кут різання відвалу становить  $60^\circ$ . При встановленні середнього розміру між центрами осей вушок розкосу встановлюється кут різання відвалу  $55^\circ$ .

Перед використанням робочого обладнання трактора слід прогріти мастило гідросистеми. Для цього необхідно 5–8 разів підняти та опустити робоче обладнання, після чого допускається його використання під навантаженням.

Використання бульдозерного обладнання.

Повний цикл роботи трактора з бульдозерним обладнанням складається з наступних операцій:

- опускання відвалу та встановлення його в необхідне положення;
- зарізання та заповнення відвалу ґрунтом;
- переміщення ґрунту до місця укладання;
- розвантаження (укладання) ґрунту;
- повернення в забій.

Для збільшення обсягу ґрунту, що набирається, і зменшення втрат у процесі переміщення необхідно виконувати наступні рекомендації:

- переміщати ґрунт або будівельні матеріали двома – трьома тракторами паралельно;
- переміщати ґрунт чи інші будівельні матеріали у траншеї;
- переміщати ґрунт із проміжними валами;
- використовувати переки́с відвалу.

Технологія проведення робіт повинна складатись з урахуванням максимального завантаження трактора.

Для отримання найбільшої продуктивності розробку ґрунту слід вести так, щоб ґрунт зрізати та пересувати зверху вниз. Ухил шарів, що розробляються, повинен бути не більше  $20^\circ$  (1/2,7). Це дозволяє збільшити обсяг ґрунту перед відвалом та швидкість його переміщення.

### **3.3 Автоматична система управління бульдозера ХТЗ ТС-10**

Зростаючи вимоги до якості планувальних робіт, особливо під час спорудження земляного полотна дороги, викликали прискорену автоматизацію бульдозерів, що виконують ці роботи. При цьому основними напрямками автоматизації з'явилися стабілізація необхідного кутлового положення рами та відвалу в поперечній та поздовжній площинах, управління підйомом відвалу при перевантаженні двигуна, управління швидкістю для реалізації наявної потужності та управління групою машин по направляючій лучі лазера. Найбільше поширення серед землерийної техніки мають бульдозери.

Сучасна машина в принципі неможлива без електронного керування її агрегатами, починаючи з електронного упорскування палива в камеру згоряння двигуна та закінчуючи електронними налаштуваннями керування бульдозера ХТЗ ТС-10, залежно від типу робіт.

Автоматизовані системи управління для бульдозерів покликані спростити роботу операторів відвалу, мінімізувати можливість появи помилок, а також значно збільшити продуктивність у важких умовах роботи.



Тривимірна система для бульдозерів Leica iCON iGD3 є найновішою інтелектуальною системою управління будівельною технікою та дозволяє суттєво підвищити ефективність землерийних та монтажних робіт. Загальний вигляд компонентів тривимірної системи для бульдозерів Leica iCON iGD3 представлений на рисунку 3.5 [6].



Рисунок 3.5 – Загальний вигляд компонентів тривимірної системи Leica iCON iGD3 для бульдозерів [6]

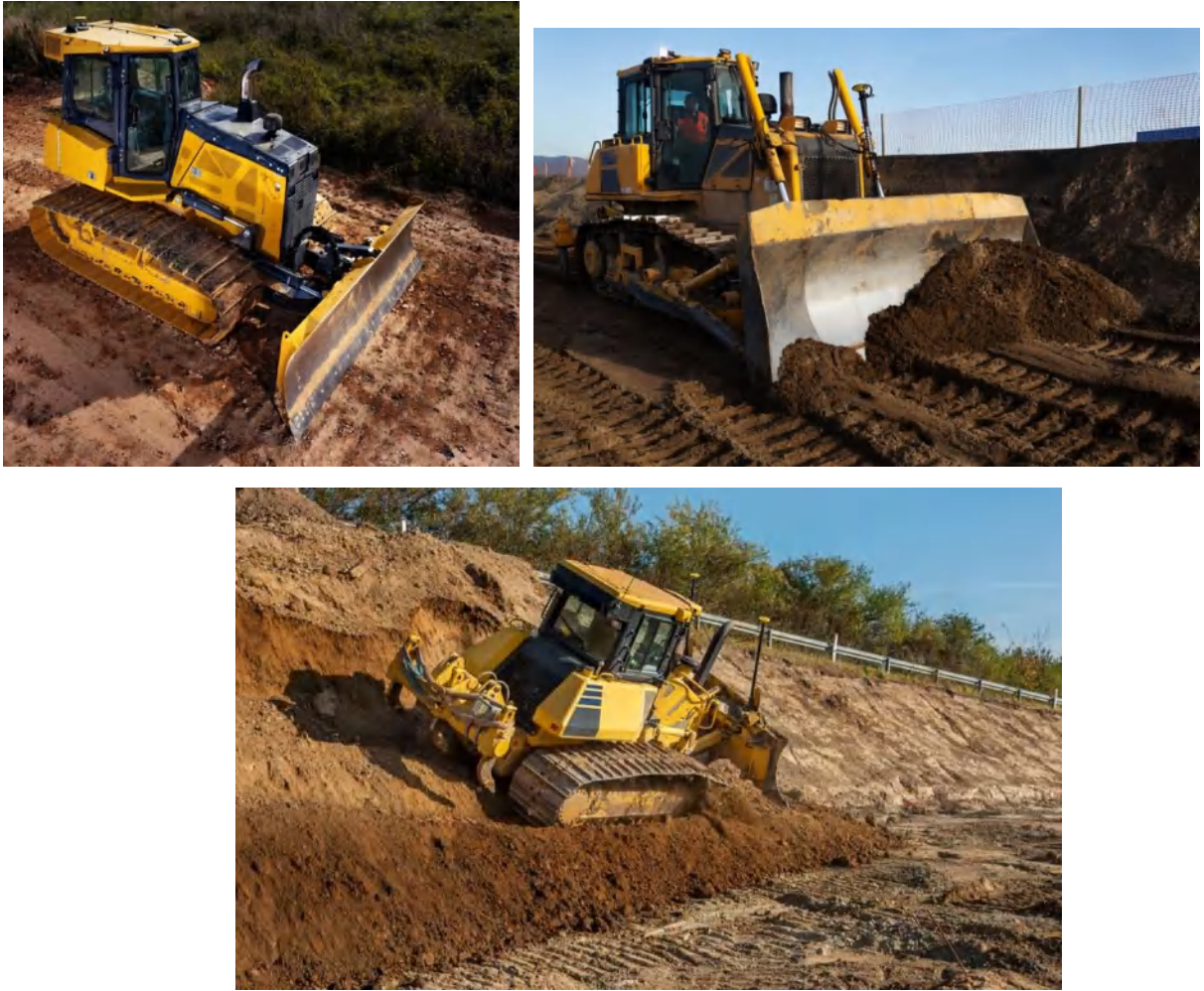


Рисунок 3.6 – Процес виконання бульдозером технологічної роботи

Leica iCON iGD3 – 3D система автоматичного управління бульдозером.

Система керування Leica iCON iGD3 – це створення додаткових можливостей для бульдозера XT3 TC-10 з великим набором функцій. Система нівелювання iCON iGD3 дозволяє працювати за цифровою 2D або 3D моделлю, завантажені в систему проекту віддалено з офісу або USB флеш-накопичувача. Задаючи проектну поверхню, можна розпочинати профільування.

На яскравому та кольоровому моніторі системи відображаються точні дані про розташування бульдозера XT3 TC-10 та відвалу щодо проектної поверхні, значення насипу/виїмки зліва та праворуч, проектний та поточний ухил, піднесення відвалу та інші необхідні оператору дані. Бортовий комп'ютер отримує інформацію про стан машини через GNSS-сигнал, а

інформацію про положення відвалу – завдяки системі чутливих датчиків. Всі ці значення миттєво обробляються та оновлюються для візуального керування відвалом.

Ключові переваги Leica iCON iGD3:

- підвищення продуктивності: максимізуйте ефективність використання вашого бульдозера ХТЗ ТС-10 та повертайте інвестиції з першого дня впровадження та використання даної системи.

- гнучкість: проста установка та демонтаж компонентів системи.

- зниження витрат: більш точний результат робіт підвищує ефективність кожного наступного циклу та мінімізують загальну кількість циклів роботи бульдозера ХТЗ ТС-10.

- безконтактна панель управління: забудьте про складні конфігурації роз'ємів і безліч з'єднувальних кабелів.

- більше жодних помилок глибин різання ґрунтів: автоматичний контроль зміщення відвалу завдяки унікальній технології Tri-Sonic, GNSS датчикам або роботизованим тахеометрам.

- створення опорної поверхні з максимум чотирма ухилами.

- функція "Утримувати ухил": робить точне розпушування коронкою розпушувача бульдозера ХТЗ ТС-10 і, при необхідності, долає лінії перегину завдяки функції утримання нахилу.

- інтеграція з геодезичним обладнанням: підтримка роботи з більшістю сучасних тахеометрів та датчиків GNSS.

- налаштування для машини зберігаються в док-станції.

- Leica ConX: послуги хмарного рішення та зручної веб-платформи ConX для візуалізації та обміну даними повністю інтегровані.

- кілька конфігурацій, що настроюються: вибирайте між декількома налаштованими конфігураціями.

Можливості конфігурації Leica iCON iGD3

- з однією GNSS антеною;

При встановленні однієї щогли із закріпленою на ній супутниковою GNSS антеною на відвалі бульдозера ХТЗ ТС-10 монтується також датчик нахилу. Приклад розташування супутника антени і датчика нахилу відвалу представлений на рисунок 3.7.

Щодо отриманих даних, система керування, використовуючи інформацію від супутникового приймача та датчика нахилу, подає сигнали корекції для приведення відвалу до проектної позначки. Використовується на бульдозерах ХТЗ ТС-10, оснащених прямими або напівсферичними неповоротними відвалами.

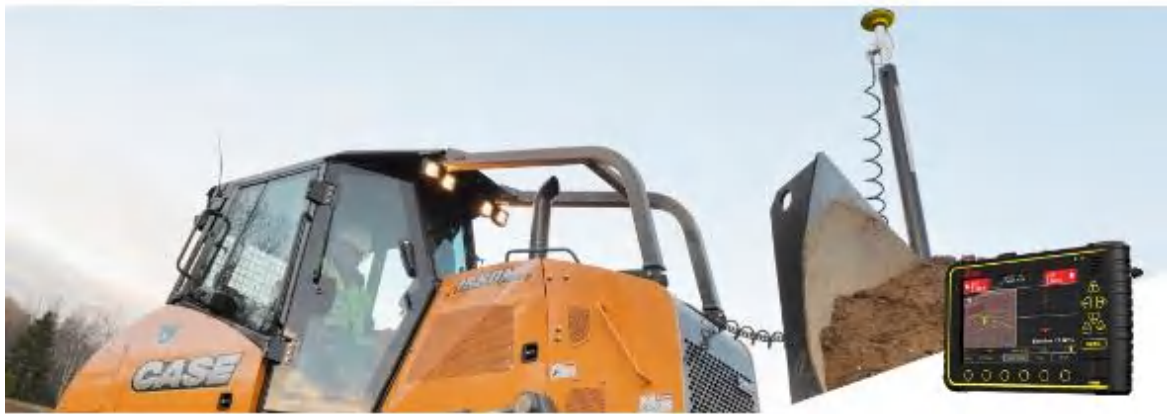


Рисунок 3.7 – Розташування супутникової антени та датчика нахилу відвалу

При встановленні однієї стойки із закріпленою на ній супутниковою GNSS антеною на відвалі бульдозера ХТЗ ТС-10 монтується також датчик нахилу.

З відбивачем 360° (TPS рішення);

Роботизований електронний тахеометр встановлюється над точкою з відомими координатами та орієнтується на точку зворотного орієнтування, після чого готовий до роботи. У процесі тахеометр безперервно стежить за круговою призмою, встановленою на вібростійкій щоглі, яка, у свою чергу, знаходиться на відвалі бульдозера ХТЗ ТС-10. Так як машина знаходиться в постійному русі, приладу доводиться безперервно робити постійні виміри (20 вимірів за секунду), для точного визначення координат призми. Далі

коригування щодо проектної позначки тахеометр передає по радіоканалу в контрольну панель MCP80 системи управління.

Програмне забезпечення ConX використовує отриману координатну інформацію для розрахунку поточного положення та усунення: відвалу бульдозера ХТЗ ТС-10 по висоті та ухилу, щодо проектної поверхні, у кожній вимірній точці. Після аналізу система управління віддає команди гідравліці для приведення відвалу в робоче положення.

Для забезпечення коректної та правильної роботи з тахеометром потрібна пряма видимість між приладом та призмою на щоглі. Системи управління на основі роботизованого тахеометра та призми на бульдозері можуть використовуватися як на відкритих територіях, так і там, де застосування методів глобального позиціонування неможливе через проблеми з прийомом GNSS сигналів.

Розташування компонентів тривимірної системи Leica iCON iGD3 на бульдозері представлено на рисунку 3.8.

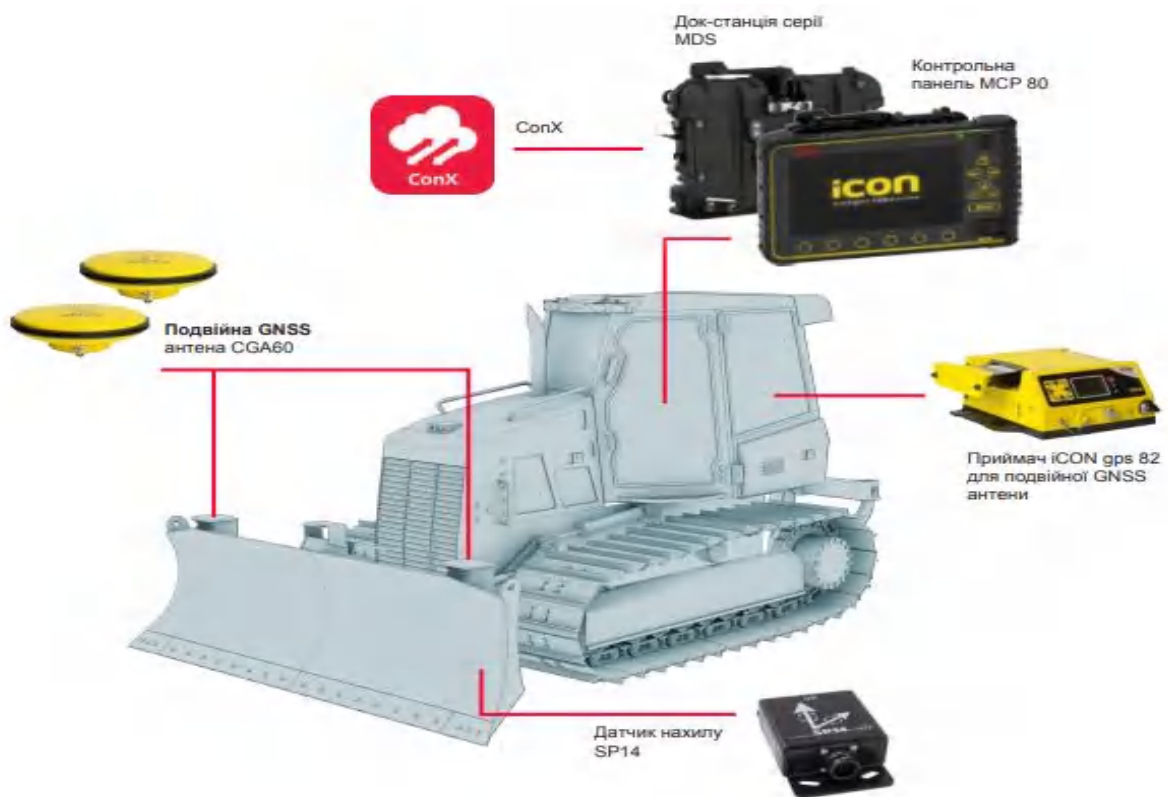


Рисунок 3.8 – Розташування компонентів 3D тривимірної системи Leica iCON iGD3 на бульдозері [6]

## Універсальна панель керування MCP80

Управління системою machine control для бульдозера ХТЗ ТС-10 іСОН іGD3 відбувається за допомогою знімної панелі Leica MCP80, у поєднанні з інтелектуальною док-станцією Leica MDS. Елементи системи – MCP80 та MDS є універсальним апаратним рішенням для 3D-керування широким парком сучасних будівельних та дорожніх машин від різних виробників, таких як бульдозер, екскаватор, навантажувач, грейдер, каток, асфальтоукладач, бетоноукладач, дорожня фреза, бурова також ратрак.

Універсальність панелі керування Leica MCP80 та док-станція Leica MDS забезпечують можливість оперативної зміни панелі з однієї машини та її оперативної установки на іншу машину, для тривимірного керування різною будівельною технікою на робочому майданчику. Інтелектуальна док-станція серії MDS зберігає значення калібрування та гідравлічні параметри, що робить панель MCP повністю безкабельною. Панель управління MCP80 підготовлена для роботи в найсуворіших умовах: клас захисту IP66 та IP67 захищений від проникнення води та пилу, що робить його дійсно надійним блоком управління для важких умов гірничодобувної промисловості та будмайданчика.

Інноваційна система 3D для бульдозерів. Супутникова антена в даному рішенні встановлюється на дах машини, а положення відвалу та корпусу бульдозера ХТЗ ТС-10 повністю обчислюється засобами інерційних вимірів. Такий підхід дозволяє системі нівелювання знати не тільки положення відвалу щодо проектного рівня, а й оцінювати те, що відбувається, і тенденції руху самого тягового трактора, що забезпечує більш точну роботу гідравліки та фінішну рівність поверхні, що формується.

Автоматична система управління плануванням в першу чергу бере на себе відповідальність за висотним вирівнюванням робочого органу будівельної машини. Коли на допомогу оператору приходять така система нівелювання, він має можливість звернути свою увагу з управління позначкою на інші завдання. Таким чином, підвищується темп роботи,

відбувається більш правильне завантаження робочого органу матеріалом, що не може не давати хорошого підсумкового результату. Певним чином знижуються вимоги до дослідності проведення робіт планування».

#### Leica iCON iGD3

Рішення iGD3 Leica iCON для нівелювання може значно збільшити коефіцієнт використання та продуктивність бульдозера, а також оптимізувати використання матеріалів при будь-яких землерийних роботах та плануванні ґрунту. Воно може використовуватися з широким спектром датчиків і поєднує в собі простоту використання з неперевершеною міцністю потужним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом користувача.

#### Leica iCON iGD4SP

iGD4sp ідеально підходить для бульдозерів із шістьма відвалами (механізований поворотний відвал). Наявність іншої GNSS-антени на відвалі підвищити точність, якої може досягти ваш бульдозер, працюючи в дуже складних умовах, таких як круті схили з повністю механізованим відвалом.

#### Переваги IGD3/IGD4SP

- режими перегляду (наприклад, схема розташування, схема виїмок та насипів) обираються користувачем
- екран дисплея не блікує зображення навіть при сонячному світлі.
- iGD3 запам'ятовує всі ваші налаштування
- можливість налаштування від 2D до 3D
- можливість створити базову поверхню з максимум чотирма нахилами.

### **3.4 Автоматизована система керування**

Інтегровані електронні системи управління двигуном та трансмісією, а також система автоматичного планування – це ті два революційні рішення, які справили найбільший вплив на підвищення продуктивності та ефективності роботи бульдозерів в останні роки.

Сучасна машина в принципі неможлива без електронного керування її агрегатами, починаючи з електронного упорскування палива в камеру згоряння двигуна та закінчуючи електронними налаштуваннями управління бульдозера ХТЗ ТС-10, залежно від типу робіт.

Будь-який автоматизований процес підвищує продуктивність праці. Електроніка та автоматизація найкраще проявляють себе у сфері контролю та управління будівельною технікою, дозволяючи збільшити точність робіт, знизити витрату палива, скоротити кількість повторних проходок та спростити роботу оператора.

Вигоди придбання автоматизованих систем керування.

Все більше будівельних компаній придбають техніки, оснащеної системами автоматизованого управління, тому що економічний ефект від її використання стає очевидним у перші місяці її експлуатації. «Просунуті клієнти розуміють, що витративши трохи більше грошей на покупку автоматизованих систем, вони повертають витрачені на автоматизацію процесу кошти в перші кілька місяців експлуатації, а потім ця економія перетворюється на додатковий прибуток».

Основними драйверами розвитку та розповсюдження систем автоматизованого управління стають країни з високою вартістю праці. Таким чином власники будівельних компаній підвищують продуктивність праці своїх співробітників та ефективність бізнесу загалом.

Технології автоматизованого управління стають простішими у використанні. Вся інформація відображається на екрані у зрозумілій формі. Продуктивність оператора зростає за рахунок того, що багато процесів, які раніше він мав відстежувати сам, «на око», зараз бере на себе електроніка. Тепер він може зосередитися на найважливіших функціях керування машиною.

Перевага автоматизованих систем управління плануванням полягає у їх здатності керувати даними в режимі реального часу. Можливість мати в офісі інформацію про те, що відбувається на робочому майданчику, а також



моментально отримувати нові дані, покращує процес прийняття рішень та вирішення проблем і, як наслідок, призводить до підвищення продуктивності праці співробітників, скорочення витрат, більш швидкої та якісної комунікації, підвищення точності виконання робіт».

Електронна інтеграція.

Інтегровані електронні системи керування двигуном та трансмісією, пропонувані сьогодні практично всіма провідними виробниками, дозволяють покращити характеристики машин шляхом високого ступеня інтеграції компонентів силової установки. В результаті двигун та трансмісія можуть взаємодіяти між собою більш ефективно, що суттєво впливає і на інші функції бульдозера ХТЗ ТС-10. «Завдяки «електронним мізкам» двигун із трансмісією працює як єдиний ефективний організм. Це означає, що в залежності від навантаження, що приймається на трансмісію, двигун «розуміє», в який момент і яку кількість палива необхідно подати, коли потрібно збільшити крутний момент, а коли додати потужності. Також у гідравлічній системі за відхиленнями джойстиків аксіально–поршневий насос визначає, коли потрібно подати більше потоку, а коли менше».

Розглянемо основні рішення щодо автоматизованих систем управління двигуном, трансмісією та іншими агрегатами бульдозерів від провідних виробників.

Caterpillar

на деяких моделях бульдозерів Cat використовується система Traction Control (система контролю тяги), принцип дії якої полягає в автоматичному зниженні обертів двигуна у разі пробуксування гусениць. Таким чином, система дає машиністу час для зміни положення відвалу і, як наслідок, навантаження на нього, гусениці менше прослизують, внаслідок чого зростає термін їхньої служби.

Нові рішення від Cat.

В останні роки компанія створила нові системи роботи з відвалом та силовою передачею.

Система Slope Assist допомагає бульдозеристу автоматично підтримувати заданий кут положення відвалу у просторі. Ця система відстежує положення відвалу як у поздовжній, так і в поперечній площині, допомагаючи досягти 80% зниження залучення бульдозериста в процес управління відвалом.

Система Stable blade автоматизує роботу відвалу та силової передачі. Акселерометри відстежують переміщення машини у вертикальній площині, регулюють положення відвалу та швидкість руху. В результаті якість профілювання зростає в рази при менших витратах праці з боку машиніста.

Процес діагностики несправностей дуже трудомісткий і довгий, може призвести до простої техніки. Remote troubleshooting – це нова технологія віддаленої діагностики Caterpillar. Вона дозволяє не тільки дистанційно переглядати коди помилок, але і знімати дані телеметрії в режимі має online під час роботи техніки. Сервісному інженеру дилера тепер не потрібно зайвий раз виїжджати для діагностики, яку він може виконати з офісу, а можна відразу їхати на ремонт машини. Ця технологія стала можливою завдяки новому поколінню системи Product Link, яка може працювати з великим обсягом даних.

John Deere у модельному ряді бульдозерів компанії пропонується п'ять моделей: 700J–II, 750J–II, 850J–II, 950K та 1050K. Всі машини є гідростатичними, тобто привод гусениць здійснюється за допомогою закритого контуру насос–мотор. За синхронізацію роботи двигуна та трансмісії відповідає електроніка. На двигуні є окремий блок управління, який відповідає за контроль обсягу впорскування палива, криву моменту, що крутить, і параметри роботи двигуна. Другий блок управління відповідає за роботу трансмісії, а між собою блоки спілкуються через шину CAN. Завдяки такому компонування на бульдозері John Deere вдалося реалізувати дві функції:

Автоматичне відстеження навантаження на відвал. Ця функція адаптує швидкість руху машини, отже, і тягове зусилля, залежно від призми

волочіння. Завдяки цьому машина полегшує роботу оператора, виконуючи частину роботи за нього.

Режим ЕКЗ. За його активації досягається додаткова економія палива до 10%. Функція обмежує максимальні обороти двигуна в ті моменти, коли техніка не відчуває навантаження або це навантаження мінімальне. Проте щойно навантаження зростає, електроніка автоматично підвищує оберти подолання зусилля, після чого повертає їх у колишній рівень.

Все керування бульдозером здійснюється за допомогою одного електронного джойстика, який поєднує в собі як функції зміни напрямку руху, так і функції кермового керування та регулювання швидкості. Це також знімає навантаження з оператора, дозволивши йому зосередитись безпосередньо на роботі.

Крім цього, електроніка додатково відстежує такі параметри:

- Вирівнює швидкість гусениць, виключаючи забігання однієї зі сторін, забезпечуючи прямолінійність руху;
- підтримує безпеку оператора, забезпечуючи функцію утримання на схилі, коли автоматично вмикається гальмо стоянки, якщо машина починає рухатися на «нейтралці»;
- можливість налаштування чутливого кермового керування та перемикання, завдяки чому оператор може оптимально підлаштувати техніку під свої переваги.

### Case

На бульдозері Case, наприклад на моделі 2050M, використовуються автоматичні налаштування руху вперед, назад, функція струшування відвалу, налаштування чутливості відвалу для режиму планування та режиму вирівнювання ґрунту. Є три режими набору ходу та три режими регулювання повороту (плавний, середній, агресивний). Є автоматичне гальмо стоянки. Для керування самим бульдозером є функція калібрування джойстиків та ходового приводу [7].

## Бульдозери Case з гідростатичною трансмісією

Основна особливість гідростатичної трансмісії – це її простота, адже вона складається з гідронасосу та гідромоторів. Управління та автоматизація робочих процесів налаштовується один раз перед початком роботи на дисплеї у кабіні. Гідростатична трансмісія бульдозерів Case дозволяє регулювати рух та роботу машини безступінчасто та під навантаженням, автоматично за сигналом, що подається джойстиком.

У меню на багатофункціональному дисплеї відображаються індикатори та піктограми тієї чи іншої характеристики чи ситуації, наприклад:

- індикатор низького тиску олії;
- індикатор високої температури олії;
- індикатор необхідності проведення технічного обслуговування;
- низька напруга АКБ;
- реверс вентилятора.

І багато інших.

Крім того, на машинах Case є налаштування автоматичного руху вперед та назад.

Перед початком робіт оператор може вибрати одну з 15 швидкостей для руху вперед і назад, щоб не витратити даремно паливо.

Далі машина утримуватиме дані швидкості автоматично.

При цьому завжди можна використовувати ручний регулятор дросельної заслінки.

У системі управління бульдозером також передбачено функцію струшування відвалу.

При натисканні відповідної кнопки на джойстику машина автоматично змінює кут нахилу відвалу та струшує його для очищення.

Якщо натиснути і тримати цю кнопку, то проходитиме струшування відвалу з частотою в 3 секунди або поки не буде відпущена кнопка.

Системи автоматизованого керування плануванням.

Ключові виробники систем автоматизованого управління нівелюванням та плануванням – це такі компанії, як Trimble, Leica Geosystems Case та Topcon Positioning Systems Inc.

Хоча їх обладнання можна встановлювати на бульдозери різних брендів, Trimble є переважно основним партнером Caterpillar, Topcon співпрацює з John Deere, а Leica – з компанією Case.

Trimble.

В середині 2017 року була введена в експлуатацію платформа управління земляними роботами Trimble Earthworks для будівельних машин, яка відтоді зазнала істотної інноваційної еволюції.

Операційна система на базі Android є сьогодні на ринку найпростіший в освоєнні та експлуатації. Будь-хто, хто може впоратися з мобільним додатком на своєму телефоні, може впоратися з Trimble Earthworks», – повідомив представник компанії.

Автоматизовані системи управління плануванням складаються з офісної частини та частини, що працює на будівельному майданчику. «платформа управління земляними роботами Trimble Earthworks, що встановлюється на будівельні машини, забезпечує виконання оператором запланованої роботи.

Вона також фіксує, що було зроблено та що було досягнуто на кожній стадії техпроцесу»

В офісі нова хмарна операційна система Trimble WorksOS інтегрує дані, щоб контролювати продуктивність та ефективність процесу у режимі реального часу.

Це дозволяє начальникам діляниць та керівникам проектів планувати роботи та максимізувати ефективність праці на будмайданчику. Trimble WorksOS інтегрується з іншим програмним забезпеченням компанії Trimble, таким як:

– Trimble Business Center – для проектування та розрахунку обсягів виконуваних робіт;

- Trimble WorksManager – системою взаємодії офісу та будівельного майданчика;
- Trimble Siteworks – системою управління виконанням робіт на будівельному майданчику;
- Trimble Earthworks – платформою управління земляними роботами;
- Trimble Stratus – програмне забезпечення для управління будівельним майданчиком у режимі реального часу.

Для бульдозерів компанія Trimble пропонує таку конфігурацію Trimble Earthworks як Dual GNSS, в якій система працює з максимальною точністю на будь-яких укосах.

Ця конфігурація поряд з іншими можливими варіантами роботи, наприклад лазером, тахеометром, доступна для ряду моделей великих виробників, таких як Caterpillar, John Deere, Komatsu і Liebherr.

Компанія працює над тим, щоби підтримувати моделі машин інших марок.

Торсон.

У портфоліо компанії Торсон є багато популярних, типових та унікальних рішень.

Якщо говорити про традиційні супутникові 3D-системи, то їх основною характеристикою є тривимірний проект, що використовується як опорні дані для позиціонування робочого органу машини, оснащеної 3D-системою нівелювання. «Саме ця особливість і робить 3D-рішення унікальним інструментом, що дозволяє виключити винесення проекту в натуру «ручним» способом та забезпечити виконання роботи з влаштування конструктиву будівельного об'єкта у точній відповідності до проекту. Машина виноситиме проект у натуру так, як це задумав проектувальник».

Останніми роками ми активно встановлюємо інноваційну безщоглову систему для бульдозерів Торсон 3D-МС MAX.

Супутникова антена в даному рішенні встановлюється на дах машини, а положення відвалу та корпусу бульдозера ХТЗ ТС-10 повністю обчислюється засобами інерційних вимірів.

Такий підхід дозволяє системі нівелювання знати не тільки положення відвалу щодо проектного рівня, а й оцінювати те, що відбувається, і тенденції руху самого тягового трактора, що забезпечує більш точну роботу гідравліки та фінішну рівність поверхні, що формується.

Автоматична система управління плануванням в першу чергу бере на себе відповідальність за висотним вирівнюванням робочого органу будівельної машини.

Коли на допомогу оператору приходять така система нівелювання, він має можливість звернути свою увагу з управління позначкою на інші завдання.

Таким чином, підвищується темп роботи, відбувається більш правильне завантаження робочого органу матеріалом, що не може не дати хорошого підсумкового результату.

Певним чином знижуються вимоги до дослідності проведення робіт планування.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально–економічних, організаційно–технічних, санітарно–гігієнічних і лікувально–профілактичних заходів і засобів, направлених на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Основна мета заходів щодо охорони праці є профілактика травматизму і професійних захворювань. Проведення заходів щодо поліпшення умов праці дає відчутний економічний ефект – підвищується продуктивність праці, знижуються витрати на відновлення втраченої працездатності.

Заходи безпеки праці повинні передбачатися при проектуванні, будівництві, виготовленні і введенні в дію об'єктів і устаткування [9].

Серед основних задач, пов'язаних з охороною праці, можна виділити такі:

- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працюючих засобами індивідуального і колективного захисту;
- професійна підготовка і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганда методів роботи;
- вибір оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих;
- професійний відбір виконавців для певних видів робіт;
- проведення для працівників і осіб, що відряджаються, інструктаж з охорони праці;
- розслідування причин і обставин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві, які привели до тимчасової втрати працездатності чи інвалідності, розробка заходів щодо попередження подібних нещасних випадків.



Для вдосконалення умов праці необхідно поліпшити якість контролю за дотриманням вимог діючих норм, стандартів, правил і інших документів по техніці безпеки, підлягаючих виконанню в процесі проектування, випуску, експлуатації, ремонту і демонтажу різних видів устаткування.

До управління бульдозером допускаються особи не молодше 18 років, які мають посвідчення на право управління бульдозером, визнані придатними для цієї роботи медичною комісією.

Бульдозер повинен бути в технічно справному стані, обладнаний звуковою та світловою сигналізацією, а також блокувальним пристроєм, що виключає запуск двигуна при включеній передачі швидкостей або включеному валі відбору потужності, укомплектований аптечкою медичної допомоги.

В разі роботи бульдозера ХТЗ ТС-10 в темний час доби (при поганій видимості) місце роботи рівномірно освітлюють. Усі перешкоди, бровка земляного полотна або схилу, виїмки, відвали ґрунту мають бути досить освітлені (не менше, ніж 15 лк) або позначені попереджувальними добре видимими знаками. Працювати на неосвітленій площадці забороняється [8].

Незалежно від освітленості робочого місця механізми управління і робочі органи машини повинні мати автономне освітлення.

Перш, ніж розпочати роботу, необхідно надіти спецодяг, перевірити справність систем сигналізації та електроосвітлення, наявність і справність потрібних інструментів.

Перед початком роботи машиніст бульдозера ХТЗ ТС-10 повинен перевірити технічний стан машини:

- справність двигуна, ходової частини;
- наявність, справність усіх огорожень на рухомих частинах;
- наявність та справність контрольних приладів, рівень мастила в гідросистемі, наявність води (антифризу) в системі охолодження, палива в баку;
- дію важелів управління на холостому ході і в робочому русі;

–наявність мастила у всіх рухомих з'єднаннях і, при потребі, змастити вузли згідно з вказівками в карті мащення;

–надійність затяжки всіх зовнішніх кріплень.

Дрібні дефекти необхідно усунути. При неможливості зробити це своїми силами слід повідомити механіка (майстра).

Машиніст повинен ознайомитися з фронтом робіт, технологією робочого процесу та особливостями ділянки, а також переконатись у відсутності на ділянці робіт сторонніх предметів, а при виконанні робіт по утриманню і ремонту автомобільних доріг перевірити наявність огорожень і попереджувальних знаків.

Заправляти бульдозер паливом, мастильними матеріалами дозволяється тільки після зупинки двигуна.

Забороняється при заправці бульдозера ХТЗ ТС-10 пально-мастильними матеріалами палити, наближатись до машини з джерелами відкритого вогню. В разі попадання палива при заправці на деталі бульдозера ХТЗ ТС-10 їх слід насухо витерти обтиральним матеріалом.

Якщо пально–мастильні матеріали пролилися на землю, треба засипати це місце землею (піском).

Забороняється зберігати в кабіні бульдозера ХТЗ ТС-10 легкозаймисті речовини.

Для полегшення запуску двигуна в зимовий період в системі охолодження слід використовувати рідини з низькою температурою замерзання (антифриз).

При використанні в системі охолодження антифризу машиніст бульдозера ХТЗ ТС-10 повинен дотримуватися вимог безпеки згідно з ДНАОП 0.00–1.28–97 “Правила по охороні праці на автомобільному транспорті”.

В разі заправки системи охолодження двигуна антифризом машиніст бульдозера ХТЗ ТС-10 повинен користуватись спеціально призначеними для цієї мети засобами (посудом).

Забороняється переливати антифриз через шланг, засмоктуючи його ротом. Після роботи з антифризом слід старанно вимити руки водою з милом.

Забороняється користуватися вогнем для підігрівання двигуна, заводячи його; пускати двигун за допомогою буксирування бульдозера ХТЗ ТС-10, а також експлуатувати бульдозер при наявності течі в паливній або мастильній системі.

Підігрівати мастило дозволяється тільки у спеціальних маслогрійках.

Перед пуском двигуна бульдозера ХТЗ ТС-10 треба переконатися в тому, що муфта зчеплення виключена, важіль коробки передач знаходиться у нейтральному положенні, машина загальмована і момент запалювання відповідає умовам пуску двигуна (немає небезпеки зворотного ходу колінчастого вала внаслідок раннього запалювання).

Щоб не допустити опіків (обмороження) парою або гарячою водою (антифризом), що викидається з радіатора при перегріванні двигуна, кришку радіатора знімають в рукавицях, стоячи з навітряного боку.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Під час роботи бульдозера ХТЗ ТС-10 забороняється:

–перебувати в зоні дії машини стороннім особам, які не працюють безпосередньо на машині;

–сходити з площадки управління і заходити на неї до повної зупинки бульдозера ХТЗ ТС-10.

Бульдозер не повинен виконувати роботу в радіусі дії працюючих вантажопідійомних машин та екскаваторів.

Перед тим, як рушити бульдозер, машиніст повинен переконатися в тому, що проїзд вільний, а в зоні роботи машини немає людей, після чого дати попереджувальний звуковий сигнал.

Кабіна має бути вільна від предметів, що заважають роботі. Стороннім особам перебувати в кабіні бульдозера ХТЗ ТС-10 забороняється. Площадка управління, важелі, педалі повинні бути чисті й сухі.

В разі виявлення в розроблюваному ґрунті пнів або інших негабаритних предметів бульдозер необхідно зупинити і видалити їх спецмашинами з його шляху, щоб не допустити аварії.

Забороняється переміщувати ґрунт на підйом чи під уклон більше, ніж на  $30^\circ$ , і працювати на косогорах, що мають поперечний схил більше, ніж  $30^\circ$ . Під час руху бульдозера ХТЗ ТС-10 на підйомі та спуску не можна переключати передачі. На спуску машина повинна йти на першій передачі. При потребі слід пригальмовувати робочими органами.

При переміщенні ґрунту бульдозером на підйомі необхідно стежити за тим, щоб відвал не вривався в ґрунт.

Під час роботи при похилому положенні площадки робочого місця машиніста бульдозера ХТЗ ТС-10, щоб не впасти, необхідно постійно триматись за держак механізмів управління.

При роботі та русі по насипах висотою більше бульдозер не повинен наближатись до бровки схилу, відвал не повинен висуватись за бровку насипу.

Переміщення та встановлення бульдозера ХТЗ ТС-10 поблизу виїмок (котлованів, траншей, канав та ін.) дозволяється при додержанні відстані від підшви схилу виїмки до найближчої гусениці не менше, ніж зазначено в таблиця 4.1.

Якщо додержання зазначених відстаней неможливо, схил виїмки слід надійно укріпити.

Забороняється робота на бульдозері вздовж крутих схилів.

Забороняється робота бульдозера ХТЗ ТС-10 на глинястих ґрунтах під час дощу.

При роботі бульдозера ХТЗ ТС-10 в пересіченій місцевості або при переїздах поганою дорогою швидкість його не повинна бути вище другої швидкості трактора.

Таблиця 4.1 – Переміщення та встановлення бульдозера ХТЗ ТС-10 поблизу виїмок (котлованів, траншей, канал та ін.)

| Глибина<br>виїмки,<br>м | Ґрунт (ненасипний)   |            |             |           |                  |
|-------------------------|--|------------|-------------|-----------|------------------|
|                         | піщаний і<br>гравійний   | супісковий | суглинковий | глинястий | лісовий<br>сухий |
|                         | Відстань по горизонталі від підшви схилу<br>до найближчої опори, м |            |             |           |                  |
| 1                       | 1,50   | 1,25       | 1,00        | 1,00      | 1,00             |
| 2                       | 3,00   | 2,40       | 2,00        | 1,50      | 2,00             |
| 3                       | 4,00   | 3,60       | 3,25        | 1,75      | 2,50             |
| 4                       | 5,00   | 4,40       | 4,00        | 3,00      | 3,00             |
| 5                       | 6,00   | 5,30       | 4,75        | 3,50      | 3,50             |

Забороняється робити повороти із завантаженням або заглибленим відвалом.

Забороняється до зупинки двигуна проводити технічне обслуговування бульдозера ХТЗ ТС-10 між трактором і ножем або під трактором.

При виявленні несправностей, ускладненні умов роботи, що загрожують аварією, роботу на бульдозері необхідно припинити і доповісти про те, що сталося, механіку, майстру або іншому керівнику робіт.

На бульдозері з гідравлічним управлінням запобіжний клапан гідросистеми повинен бути опломбований. Пломбу має ставити механік після перевірки клапана по контрольному манометру на величину максимально допустимого тиску в гідросистемі.

В процесі роботи необхідно стежити за справним станом шлангів та їх з'єднань, а також за тиском мастила в гідросистемі.

Забороняється працювати при тиску мастила, що перевищує максимально допустимий для даного типу машин.

Роботи, зв'язані зі встановленням навісного обладнання бульдозера ХТЗ ТС-10 на трактор, повинні виконувати не менше двох робітників після повної зупинки машин і під керівництвом механіка.

Піднімати важкі частини бульдозера ХТЗ ТС-10 необхідно тільки справними кранами, домкратами або таями.

Технічне обслуговування і ремонт машин слід виконувати в призначених для цього місцях (постах), обладнаних пристроями, необхідними для виконання встановлених робіт (оглядові ями, підіймальні механізми, естакади, поворотні стенди), а також необхідними приладами, пристроями, інвентарем та інструментом.

Усі роботи, зв'язані з обслуговуванням та ремонтом бульдозера ХТЗ ТС-10, проводяться при повній його зупинці, опущеному відвалі та непрацюючому двигуні (крім робіт по регулюванню двигуна).

Якщо необхідно оглянути відвал бульдозера ХТЗ ТС-10 знизу, його слід опустити на спеціальні підставки. Забороняється перебувати під піднятим робочим органом бульдозера ХТЗ ТС-10, який підтримується канатом або гідравлічним механізмом.

Роботи, зв'язані з іскроутворенням і високою температурою (зварювальні, пальні та ін.), не слід проводити на бульдозері, крім випадків, коли неможливо зняти деталь, яка потребує ремонту. Зварювальні та паяльні роботи необхідно виконувати на відстані не менше від машини.

## **4.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях**

Визначення основних принципів і способів забезпечення захисту населення в надзвичайних ситуаціях (НС) має важливе значення.

Основними принципами у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, згідно із Законом України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» від 08.06.2000 р. №1809–111, є:

- пріоритетність завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я людей і довкілля;
- безумовне надання переваги раціональній та превентивній безпеці;
- вільний доступ населення до інформації щодо захисту населення і територій від НС техногенного та природного характеру;
- особиста відповідальність і піклування громадян про власну безпеку, неухильне дотримання ними правил поведінки та дій в умовах НС техногенного та природного характеру;
- відповідальність у межах своїх повноважень посадових осіб за дотримання вимог цього Закону;
- обов'язковість завчасної реалізації заходів, спрямованих на запобігання виникненню НС техногенного і природного характеру та мінімізацію їх негативних психосоціальних наслідків;
- урахування економічних, природних та інших особливостей територій і ступеня реальної небезпеки виникнення НС техногенного та природного характеру;
- максимально можливе, ефективне і комплексне використання наявних сил і засобів, які призначені для запобігання НС техногенного і природного характеру, і реагування на них [10].

Основними завданнями у сфері захисту населення і територій від НС є:

- здійснення комплексу заходів щодо запобігання і реагування на НС;
- забезпечення контролю за станом готовності до дій і взаємодії органів управління у цій сфері, сил і засобів, призначених для запобігання НС, і реагування на них.

Захист населення забезпечується шляхом:

- розроблення і запровадження системи відповідної нормативної документації;
- включення у розроблювані плани економічного і соціального розвитку спеціальних розділів з цивільного захисту;

- розроблення і реалізації на державному та регіональному рівні спеціальних програм забезпечення захисту населення в умовах НС;

- складання планів захисту персоналу радіаційне, хімічно та вибухонебезпечних об'єктів і населення в зонах можливого зараження в разі аварій на них.

До основних заходів щодо забезпечення безпеки населення в надзвичайних ситуаціях належать:

- прогнозування і оцінка можливих наслідків НС;
- розробка заходів, спрямованих на недопущення або зниження ймовірності виникнення таких ситуацій, а також зменшення їх наслідків.

Крім того, дуже важливим є навчання дій населення в умовах НС і розробка ефективних способів його захисту.

Безпека людей в НС забезпечується шляхом:

- зниження ймовірності виникнення та зменшення можливих масштабів джерел природних, техногенних та військових НС;

- локалізації, блокування, усунення, скорочення часу існування, масштабів та послаблення дії вражаючих факторів та джерел НС;

- зниження небезпеки ураження людей в НС шляхом висування та реалізації спеціальних вимог до розселення людей, раціонального розміщення потенційно небезпечних і інших виробництв, транспортних і інших техногенне небезпечних та життєво важливих об'єктів і комунікацій, створення об'єктів з внутрішньо присутньою безпекою та засобами локалізації і самоліквідації аварій, а також шляхом раціонального планування і забудови міст і інших населених пунктів, будівництва специфічно стійких в конкретних НС будівель та споруд, прийняття відповідних об'ємно-планувальних та конструктивних рішень;

- підвищення стійкості функціонування систем і об'єктів життєзабезпечення та профілактики порушень їх роботи, що можуть створити загрозу для життя та здоров'я людей;



- організації та проведення захисних заходів по відношенню до населення і персоналу аварійних та інших об'єктів при виникненні, розвитку та розповсюдженні вражаючих впливів джерел НС, а також здійснення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт по усуненню безпосередньої загрози для життя і здоров'я людей, відновленню життєзабезпечення населення на територіях, що потрапили в зону дії руйнівних та шкідливих сил природи і техногенних факторів;

- ліквідації наслідків та реабілітацією населення, територій та навколишнього середовища, що зазнали впливу НС.

Захист населення від наслідків стихійного лиха, аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж і застосування засобів ураження є основним завданням цивільної оборони.

Захист населення – це створення необхідних умов для збереження життя людей у надзвичайних ситуаціях.

Головна мета захисних заходів – уникнути чи максимально знизити ураження населення.

Основними заходами захисту населення в НС є:

- попередження населення про можливу загрозу виникнення НС;
- оповіщення населення про радіоактивне, хімічне, біологічне зараження, про повені, пожежі та інші НС;
- виявлення обстановки в осередку ураження і можливий вплив на населення вражаючих факторів;
- укриття людей в пристосованих для захисту населення приміщеннях, виробничих, громадських та житлових будівлях, а також в спеціальних захисних спорудах;
- використання засобів індивідуального захисту органів дихання та шкіряних покривів;
- регламентування життєдіяльності населення в умовах зараження;
- проведення заходів медичного захисту;
- евакуація населення із зон НС;

– ліквідація наслідків НС.

До комплексу заходів, що проводяться в масштабі держави і складають систему захисту населення, належать: укриття населення в захисних спорудах, його евакуація, медичний, радіаційний і хімічний захист, а також захист від впливу біологічних засобів ураження.

Разом з тим, у ХХІ столітті перед людиною і суспільством дедалі більше актуалізується нова мета – глобальна безпека.

Досягнення цієї мети вимагає зміни світогляду людини, системи цінностей, індивідуальної і суспільної культури.

Необхідні нові постулати в збереженні цивілізації, забезпеченні її сталого розвитку, принципово нові підходи в досягненні комплексної безпеки.

При цьому дуже важливим є те, що в забезпеченні безпеки не повинно бути домінуючих проблем, так як їх послідовне рішення не може привести до успіху. Вирішувати проблеми безпеки необхідно лише комплексно.

## **5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ**

### **5.1 Оцінка економічного ефекту від упровадження автоматичної системи управління бульдозера ХТЗ ТС-10**

Інтегровані електронні системи управління – це рішення, які справили найбільший вплив на підвищення продуктивності та ефективності роботи бульдозерів в останні роки.

Будь-який автоматизований процес підвищує продуктивність праці. Електроніка та автоматизація найкраще проявляють себе у сфері контролю та управління будівельною технікою, дозволяючи збільшити точність робіт, знизити витрату палива, скоротити кількість повторних проходок та спростити роботу оператора.

Економічний ефект від застосування запропонованої системи автоматичного керування системи Leica iCON iGD3 бульдозера ХТЗ ТС-10 дозволяє отримати наступні показники:

- підвищення точності виконання технологічних робіт;
- підвищення швидкості виконання технологічних робіт;
- підвищення продуктивності виконання запланованих технологічних робіт з проведення підготовки дорожніх та будівельних робіт.

Застосування на бульдозері ХТЗ ТС-10 запропонованої системи автоматичного керування системи Leica iCON iGD3 може забезпечити підвищення продуктивності роботи бульдозера до 20–30 % (залежно від ситуації).

Величина розміру середньої зарплатні бульдозеріста складає 20000 грн. на місяць.

При 40-ко годиному тижні, тобто при 8 годинній робочій зміні розмір зарплатні складає 909 грн. за робочу зміну.

Вартість нового бульдозера ХТЗ ТС-10 складає 2700000 грн. (73429 долл. США при курсі 36,77 грн. за один доллар США).

Вартість години роботи бульдозера складає 750 грн.

Економічний ефект при впровадженні запропонованої системи автоматичного керування системи Leica iCON iGD3 на бульдозера ХТЗ ТС-10 розраховується за формулою [11]:

$$E = B_{нз} (t_{\partial 1} - t_{\partial 2}) \cdot n_{a/зм} \cdot N_{зм/р}, \quad (5.1)$$

де  $B_{нз}$  – середня вартість нормо-години роботи оператора бульдозера, грн. (114 грн. за годину);

$t_{\partial 1}$ ,  $t_{\partial 2}$  – тривалість виконання технологічної роботи бульдозером ХТЗ ТС–10 базової комплектації і тривалість виконання технологічної роботи бульдозером ХТЗ ТС-10 с встановленою на ньому системи автоматичного керування системи Leica iCON iGD3, год.;

$n_{a/зм}$  – кількість виконання певних видів технологічних робіт бульдозером (рівняння поверхні та т.і.) за робочу зміну;

$N_{зм/р}$  – кількість робочих змін за рік (264 робочі зміни на рік).

Кількість змін за рік, виходячи з 5-денного робочого тижня, приймаємо рівною 264 зміни.

Отже, отримуємо:

$$E = 909 \cdot (5,84 - 4,26) \cdot (1 \cdot 0,1) \cdot 264 = 379162 \text{ (грн/рік)}.$$

## 5.2 Розрахунок терміну окупності впровадження автоматичної системи управління бульдозера ХТЗ ТС-10

Сумарні витрати на впровадження системи автоматичного керування бульдозера ХТЗ ТС-10 Leica iCON iGD3 визначаються за формулою:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i + C_n, \quad (5.2)$$

де  $C_i$  – вартість кожного окремого компонента системи автоматичного керування бульдозера (таблиця 5.1);

$C_n$  – вартість робіт з підключення і налаштування системи автоматичного керування бульдозера та навчання персоналу з його експлуатації.

Таблиця 5.1 – Вартість компонентів системи автоматичного керування автомобіля Leica iCON iGD3

| Найменування компоненту  | Вартість, грн |
|--|---------------|
| Система автоматичного керування бульдозером<br>Leica iCON iGD3 | 222 740       |
| Програмне забезпечення   | 40418         |
| Разом  | 263 158       |

$C_n$  визначаємо експериментальним шляхом, з урахуванням вартості години роботи фахівця з налаштування апаратної та програмної частин, відтак,  $C_n$  становить 18147 грн.

Отже, отримуємо:

$$C = 263158 + 18147 = 281305 \text{ (грн).}$$

Розрахунок терміну окупності впровадження системи діагностування Leica iCON iGD3 здійснюємо за формулою [11]:

$$T_{ок} = \frac{C}{E}. \quad (5.3)$$

Отже, отримуємо:

$$T_{ок} = \frac{281305}{379162} = 0,74 \text{ (року)}.$$

Таким чином, визначено економічні показники ефективності модернізації бульдозера ХТЗ ТС-10 шляхом застосування системи автоматичного керування Leica iCON iGD3 бульдозера ХТЗ ТС-10.

Так, економічний ефект від застосування запропонованої системи автоматичного керування Leica iCON iGD3 порівняно з експлуатацією бульдозера ХТЗ ТС-10 в базовій комплектації складе 379162 грн/рік, а термін окупності запропонованого заходу – 9 місяців.

## ВИСНОВКИ

Дипломний робота присвячена вдосконаленню конструкції гусеничного бульдозера ХТЗ ТС-10 за рахунок встановлення системи автоматичного керування роботою бульдозера.

1. Проаналізовані конструктивні особливості бульдозерів та їх відвалів, класифікація бульдозерів за тяговим класом та потужністю двигуна, види робіт, що виконуються за допомогою бульдозерів.

2. Виконано порівняльний аналіз та обґрунтовано переваги і недоліки систем автоматичного керування роботою бульдозера.

3. Обґрунтовано комплектацію системи автоматичного керування роботою бульдозера.

4. Розроблено практичні рекомендації щодо модернізації конструкції бульдозера ХТЗ ТС-10 за рахунок встановлення системи автоматичного керування його роботою.

5. Економічний ефект від проведення модернізації базової конструкції бульдозера ХТЗ ТС-10 складе 379162 грн./рік, а термін окупності запропонованого заходу – 9 місяців.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання [Текст] : підручник / за ред. проф. О. І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2015. – 665 с.
2. Кузенко Л., Вантух З. Дорожньо-будівельні машини [Текст] : Навчальний посібник / Л. Кузенко, З. Вантух, Д. Кузенко, Я. Панюра. – К. : Кондор -Видавництво, 2021. – 236 с.
3. Мигаль В. Д. Експлуатаційні властивості та надійність тракторів [Текст] : навч. посіб. для здобувачів ступеня вищ. освіти закл. вищ. освіти / В. Д. Мигаль, М. Л. Шуляк. Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. – Х. : ФОП Мірошніченко О. А., 2021. – 262 с.
4. Трактор ТС-10 Руководство по эксплуатации [Текст] : справочное руководство / Открытое акционерное общество «Харьковский тракторный завод». – Х. : 2008. – 118 с.
5. Каталог продукции [Електронний ресурс] : Каталог виробляємої продукції, сайт. – Режим доступу : <http://xtz.ua/ua/tractory>. – Дата доступу 11.12.2022. – Загол. з екрана.
6. 3D Система керування бульдозером. [Електронний ресурс] : – Короткий опис конструкції, сайт. – Режим доступу : [https://ngc.com.ua/p/976-leica-icon\\_igd3.html](https://ngc.com.ua/p/976-leica-icon_igd3.html). – Дата доступу 11.12.2022. – Загол. з екрана.
7. 2D Система керування бульдозером. [Електронний ресурс] : – Короткий опис конструкції, сайт. – Режим доступу : [https://ngc.com.ua/p/975-leica-icon\\_igd2.html](https://ngc.com.ua/p/975-leica-icon_igd2.html). – Дата доступу 11.12.2022. – Загол. з екрана.
8. ПІ 1.1.23-251-2004. Примірна інструкція з охорони праці для машиніста бульдозера [Текст] : Інструкція / Національний науково-дослідний інститут охорони праці. – К.: 2004. – 5 с.
9. Франчук Г. М. Основи охорони праці [Текст] : підручник / О. І. Запорожець, Г. М. Франчук, О. С. Протоєрейський, І. М. Боровик. – К. : ЦУЛ, 2009. – 264 с.
10. Піскунова Л. Е. Безпека життєдіяльності [Текст] : підручник / Л. Е. Піскунова, В. А. Прилипко, Т. О. Зубок. – К. : Академія, 2012. – 224 с.
11. Бойчик І. М. Економіка підприємства [Текст] : підручник / І. М. Бойчик. – К. : Кондор -Видавництво, 2016. – 378 с.