

СИСТЕМИ ПАРАЛЕЛЬНОГО І АВТОМАТИЧНОГО ВОДІННЯ

**О.С. Рештаков, ст. гр. СІ-14,
О. Е. Тесленко, асистент каф. ПКСМ**
Центральноукраїнський національний технічний університет

У сільському господарстві набули широкого поширення і довели свою ефективність три класи приладів для управління рухом тракторів і комбайнів, які використовують GPS-приймачі: системи паралельного водіння і підрулюючі пристрої для автопілотування.

Використання космічних навігаційних систем стає можливим після установки на транспортний засіб спеціального приймача, який постійно отримує сигнали про місцезнаходження навігаційних супутників і відстанях до них. Залежно від необхідної точності управління такою технікою здійснюється механізатором вручну за показаннями мітки на екрані дисплея, або з використанням підрулюючого пристрою або автопілотування.

Система паралельного водіння є найбільш наочною і швидко окупаємою частиною технології точного землеробства, призначена для проведення польових робіт і найбільш ефективна в умовах застосування з широкозахватної технікою.

Система паралельного водіння - це активна участь механізатора в управлінні машиною за схемою «вимір поточних координат сільгоспмашини - відображення відхилень від заданого маршруту на табло в кабіні - обертання механізатором рульового колеса для утримання агрегату на заданому маршруті».

На жаль, психомоторна реакція середньостатистичної людини не дозволяє здійснювати паралельне водіння з відхиленнями менше ± 30 см, що також відповідає точності GPS-приймача, що спирається тільки на звичайні 24 супутника. У загальному випадку найпростіша система паралельного водіння складається з GPS-приймача з зовнішньою антеною і покажчика курсу. Системи легко і швидко встановлюються на трактор або комбайн. Потрібно лише підключення до електроживлення і установка зовнішнього блоку (приймач GPS). Навчання механізаторів роботі з даним видом обладнання, в залежності від бажаної «глибини» вивчення, становить від кількох хвилин до доби.

Необхідно відзначити, що використання приладів паралельного водіння з точністю ведення агрегату ± 30 см дуже обмежена і використовується, в основному, тільки на внесення добрив. Для проведення обробки ґрунту, посіву, захисту рослин, збирання і ряду інших операцій потрібна вища точність ведення агрегату. До складу обладнання для систем більш точного паралельного водіння входять:

- навігаційний приймач з точністю позиціонування - до 10 см, здатний працювати на двох частотах;
- дисплей або світлодіодна панель;
- контролер для розрахунку відхилень на нерівностях антени приймача і коригування напрямку руху;
- підрулюючий пристрій.

Є кілька поширених способів коригування супутникових навігаційних сигналів для досягнення високої точності. Поправки можуть бути отримані як від геостационарних супутників, що підвищить точність до ± 10 см, так і від базової супутникової станції РТК, розташованої в безпосередній близькості від поля.

Принцип і системи автоматичного водіння (автопілот).

Автопілотування відрізняється від паралельного водіння тим, що відхилення від заданої траєкторії, що виробляються GPS-приймачем і навігаційним контролером, через спеціальні пристрої (керуючий клапан) вводяться безпосередньо в гідравлічну систему управління ходовою частиною трактора, виключаючи інертність і люфт рульового

управління. На додаток на трактор встановлюється спеціальний датчик кута повороту коліс. Така система забезпечує максимальну точність (відхилення ± 2 см) руху по маршруту без втручання механізатора.

Основна перевага використання систем паралельного водіння - зменшення помилок (зведення до мінімуму людський фактор) при обробці полів. Практика показує, що при обприскуванні культур традиційним способом більшість операторів вважають за краще проходити сусідні ряди з перекриттям, щоб уникнути пропусків. В результаті взаємне перекриття рядів, навіть з використанням пінних маркерів, становить не менше 5%. Застосування показчиків курсу з підрулюючими пристроями знижує перекриття до 2 ... 3% і менше.

Приймач підтримує різні варіанти для поправок GPS, в т. Ч. WAAD, OmniSTAR. Використання цих поправок дозволяє забезпечити точність проходів до ± 10 см.

Панель в графічному вигляді показує поточний стан транспортного засобу і забезпечує водія додатковою інформацією при розворотах або водінні по вигнутих рядів. Вона має графічний дисплей з можливістю зчитування даних при яскравому сонячному світлі.

Польовий комп'ютер з програмним забезпеченням - система управління польовими даними, що використовуються для навігації, автоматичного водіння, ведення записів, польової зйомки, площадної зйомки, додатків із змінними показниками.

Контролер, використовуючи дані від GPS-приймача і внутрішніх датчиків, які перебувають в стані спокою і працюють по 6 осях, передає команди для системи управління.

Датчик кута повороту коліс призначений для безперервної зворотного зв'язку з системою управління трактором.

Гідравлічний клапан отримує електричні сигнали від контролера і перетворює їх в гідравлічні, які система використовує для утримання транспортного засобу на заданому курсі.

Підрулюючий пристрій забезпечує паралельне водіння з точністю до 10 см.

Базова станція передає поправки GPS-положення на GPS-приймач трактора через радіо або GSM-модем для визначення координат з високою точністю (похибка менш ± 2 см).

Можливі варіанти розташування обладнання на тракторі для паралельного водіння і автопілотування.

Мінімальний набір для паралельного водіння з точністю ± 30 см включає основні компоненти: світлодіодна панель, антена, установча майданчик антени, кріпильна стійка, набір сполучних кабелів, програмне забезпечення та інструкція по використанню.

Дане обладнання затребуване в зв'язку з тим, що воно забезпечує економію коштів. Наприклад, в Європі економічний ефект від застосування GPS-обладнання в сільському господарстві сягає 50 ... 60 євро на гектар.

До речі сказати, звичайна супутникова навігація, широко застосовувана на автомобільному транспорті, може дати точне попадання тільки близько 2 м, що неприпустимо для технологій точного землеробства. Стосовно до систем навігації є поняття абсолютної і відносної точності. Абсолютна точність - це фактичні координати, за допомогою яких визначається місцезнаходження об'єкта, наприклад, будови, автомобіля, трактора або комбайна. Для систем точного землеробства можна обмежитися відносною точністю, тобто поточним місцезнаходженням будь-якого об'єкта, наприклад, щодо першого проходу, на даний момент часу. Залежно від використовуваного обладнання відносна точність повинна досягати значень порядку 2,5 ... 30 см.

В даний час в світі діють кілька сервісів поправок, але в Україні працює тільки один - Omnistar HP / XP. Сервіс працює наступним чином: компанія Omnistar має власну мережу базових станцій, розташованих по всьому світу. Вони в автоматичному режимі обчислюють необхідну корекцію сигналу, а потім через геостационарні супутники передають поправку на конкретний GPS-приймач.

Додатково до диференціальних поправок широко застосовується режим RTK, при якому на території господарства розміщується своя стаціонарна або переносна базова станція, і поправки на приймачі висилаються з неї радіосигналом з частотою 450 або 900 МГц. При цьому не потрібно купувати підписку на кожен приймач, досягається досить висока відносна точність позиціонування, але, з іншого боку, необхідні значні разові витрати на придбання та установку обладнання. До того ж існує обмеження по площі дії, обумовлюється характеристиками сигналу. Так, для стаціонарної базової станції це обмеження - коло радіусом 11 км, в центрі якого знаходиться базова станція, для переносної - трохи менше. За кордоном кілька господарств об'єднують свої RTK для зниження загальних витрат і більш повного перекриття полів, при цьому також може здійснюватися перепродаж сигналу.

Так як точність водіння безпосередньо залежить від точності вимірювань GPS-приймача, то дуже важливо знання механізаторами основних принципів роботи приймачів. На точність визначення місця розташування впливає кілька основних факторів: тимчасові неузгодженості, кількість одночасно спостережуваних супутників, атмосферна інтерференція, варіації орбіт супутників, багатопромінене поширення сигналу та ін.

Системи паралельного водіння і автопілотування допомагають точно дотримуватися відстані між проходами машин при виконанні польових робіт. При їх використанні технологічні операції виконуються з мінімальними перекриттями, економляться робоче і машинний час, паливно-мастильні матеріали, насіння, добрива та засоби захисту рослин. Навігація дуже зручна для обприскування, яке краще проводити вночі, коли нижче температура повітря і відсутній вітер. Таким чином, перевагами систем паралельного водіння є:

- точність руху агрегатів по міжряддях;
- зниження навантаження на тракториста (машиніста);
- можливість роботи в темний час доби і в умовах поганої видимості.

Для цього системи паралельного водіння мають спеціальний інтерфейс, істотно полегшує роботу.

Рух може здійснюватися як за прямолінійним, так і по криволінійних траекторіях, проте точність ведення, особливо при роботі з причіпними агрегатами, вище при русі по прямих лініях.