

БЕЗПІЛОТНІ ТРАКТОРИ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

**Кісь О. В., Сметана А. Ю., магістри,
Антощенко Р. В., д.т.н., проф., Антощенко В. М. к.т.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено аналітичний огляд безпілотних тракторів та перспектив їх розвитку.

Сегмент безпілотних тракторів на ринку сільськогосподарських робіт буде найбільшим. Такі агрегати досить довго проходили випробування на полях у США та Японії. Навіть менш розвинуті країни, такі як Індія, випробують ці агрегати.

Хоча кількість нових сільськогосподарських програм і послуг зростає швидкими темпами, виробництво сільськогосподарського обладнання все ще буде домінувати на ринку робототехніки.

Доступ до систем автоматичного керування і підвищення точності GPS дозволили трактору та іншим сільськогосподарським наземним транспортним засобам працювати автономно. А важкі трактори в майбутньому взагалі замінять, щоб мінімізувати пошкодження ґрунту.

Що вміють розумні трактори:

Посадка, прополювання та збирання овочів та плодів у 100% автоматичному режимі.

Обприскування та боротьба з бур'янами у полях, садах та виноградниках.

Внесення добрив та полив культур в оптимальному режимі та кількостях.

Здійснюють необхідні маневри, виконують завдання з мінімальними похибками, визначають межі поля. Причому роботи можуть працювати цілодобово, а керувати ними можна за допомогою планшета.

Розрізняють уявні перешкоди від справжніх. Наприклад, сенсори впізнають високі стебла соняшнику або кукурудзи, не сприймаючи їх як перешкоду руху.

Можуть пересуватися системою «іди за мною». Один автономний трактор під керуванням людини координує рух кількох безпілотників на полі, задає їм потрібну швидкість та напрямок руху.

До 2025-2030 років. буде доступна технологія збирання особливо крихких культур, таких як помідори, персики та полуниця.

Використання автономних тракторів призведе до значного зниження витрат на оплату праці, зменшення витрат на обслуговування застарілої техніки та підвищення прибутковості агробізнесу.

Безпілотні трактори, що виконують польові роботи все ще недоступні для більшості фермерів у всьому світі. Однак, автоматизовані рішення стають доступнішими у ціні й починають конкурувати зі звичайними тракторами.

Case ІН представив концепт автономного трактора ще у 2016 році. Інноваційна модель може працювати з широким асортиментом навісних знарядь; також інженери зазначили, що у трактора не буде кабіни для оператора.

Автономні трактори покращують управління агробізнесом, оскільки їх впровадження впливає на розподіл робочої сили, логістику та допоможе знизити використання ресурсів.

Погляд John Deere на сучасний трактор ще більш радикальний, адже інженери створили машину без паливного бака, кабіни і традиційної трансмісії. Ці елементи зазвичай займають багато місця на звичайному тракторі. Натомість трактор має електропривод, що оснащений кермовим управлінням.

Подальшим розвитком проекту стала розробка автономного електротрактора з потужністю 500 кВт, який працює від акумуляторів. Новий трактор відрізняється компактністю і може бути оснащений колесами або гусеницями. John Deere виділив \$ 305 млн, щоб навчити свою техніку розрізняти бур'яни і корисні культури.

Kubota в розробці автономних тракторів також робить акцент на електродвигуни, які будуть забезпечувати достатню потужність протягом тривалого часу. X Tractor-Cross Tractor буде оснащений системою регулювання висоти для роботи з різними культурами.

Основною мотивацією Kubota для створення автономного трактора є швидке старіння і скорочення чисельності японських фермерів, а також тенденція до об'єднання багатьох сімейних ферм в меншу кількість великих підприємств.

Компанія AgriRobo запустила трактор — звичайну виробничу машину, оснащену технологіями автономного управління для практичних польових випробувань. Kubota зазначає, що AgriRobo дозволяє оператору планувати, змінювати і контролювати всі автономні операції, щоб уникнути небезпечних маневрів у роботі.

Компанії Yanmar, Mahindra й інші розробили технології самоуправління для стандартних тракторів, New Holland виходить з гнучкості своєї концепції NHDrive зі звичайною кабіною і системами управління.

Свій трактор NHDrive вони розробили у співпраці з Autonomous Solutions Inc. Його можна контролювати і управляти за допомогою настільного або портативного пристрою. Він надає своєму дистанційному оператору дані про трактор чи агрегат в реальному часі, показує маршрут, видаючи до чотирьох зображень з камери в реальному часі: два спереду і два ззаду. Дані від датчиків, що показують норму висіву також можна буде налаштувати в реальному часі дистанційно.

Дослідження компанії AGCO з дистанційного управління трактором почалося з системи Fendt Guide Connect, яка дозволяє повторювати маневри ведучого трактора на іншому вже через секунду. Підхід “слідуй за мною” дає можливість одному оператору підвищити продуктивність вдвічі, зберігши при цьому гнучкість у двох тракторів одночасно.

Крім приймання команд онлайн, агрегати повідомляють про швидкість руху, помилки, низький рівень палива та ін., щоб тримати в курсі провідного водія.

Підрозділ Valtra від компанії AGCO зосереджений на дистанційному керуванні роботою трактора. Спочатку компанія використовувала 3G-зв'язок для мобільних телефонів, але нещодавно почали використовувати 5G-зв'язок та

360° огляд камери. Завдяки підключенню 5G, трактором можна керувати дистанційно з будь-якої точки, навіть за сотні кілометрів.

Низька затримка сигналу 5G забезпечує негайну реакцію та зворотний зв'язок, тоді як використання гарнітури віртуальної реальності дає оператору відчуття присутності на тракторі, перебуваючи в комфортному середовищі без жодних незручностей, що характерні для справжньої їзди на тракторі.

Трактор з причепом надає операторам комбайнів можливість викликати агрегат для розвантаження зерна без необхідності у присутності водія. Виробник зернозбиральних комбайнів Kinze був одним з перших, хто представив цю технологію. Створена система надає змогу працювати одразу з декількома комбайнами і причепами на одному полі. Коли комбайну потрібно було розвантажитись на ходу, система автоматично обирала причеп.

Сьогодні Kinze призупинив розробку “через слабку кон'юнктуру сільськогосподарського ринку і того, що багато фермерів не зовсім готові до автономних технологій”.

Найбільш прогресивно автоматизовані технології розвиваються у тваринницькому секторі, де такі виробники, як Lely, Kuhn, Triolet, Jeantil та Lucas-G, продають повністю автоматизовані системи годівлі та самохідні годівниці.

Дилери Claas невдовзі почнуть приймати перші замовлення на безпілотні трактори. Крім того, машини-роботи будуть доступні для оренди у рамках програми First Claas Rented. Усе це допоможе фермерським господарствам якнайшвидше освоїти перспективний вид техніки.

За допомогою власної інвестиційної компанії Seed Green Innovation GmbH один із найбільших виробників сільгосптехніки підтримує розробників інноваційних рішень для аграріїв. Так, Claas нещодавно розширив співпрацю з голландським стартапом AgXeed BV і отримав доступ до безпілотних технологій.

Нагадаємо, що в 2020 році AgXeed BV презентував перший сільськогосподарський робот – гусеничну машину AgBots із дизель-електричною силовою установкою потужністю 154 л. с. У 2021 році була триколісна модель, а за нею і чотириколісна, з 74-сильною гібридною силовою установкою.

Безпілотні трактори вже готові до виходу на поля, де можуть виконувати роботу не менш якісно, ніж люди. Поява таких роботів суттєво змінить співвідношення робочої сили у сільському господарстві, де основне місце займуть кваліфіковані співробітники – фахівці з управління роботизованою технікою.

Важливо, що безпілотний трактор може бути інтегрований у сільське господарство найближчим часом, оскільки здатний працювати на одному полі із звичайними тракторами із водієм. Тобто заміна техніки відбуватиметься поступово, що не вимагатиме одночасних величезних фінансових вкладень. Швидше за все, перехід на безпілотні трактори розпочнеться вже у найближчі п'ять років. Нова техніка дозволить скоротити витрати на робочої сили, і навіть удосконалити роботу з допомогою можливості дистанційного контролю та управління.

Безпілотний трактор вважається спірним з погляду безпеки та громадського визнання. Трактор, який працює без водія, змушує деяких нервувати. Створення

технології, яка залишається безпечною у всіх сценаріях, де може статися збій, потребує багато програмування та часу. Що стосується виявлення руху, трактори мають датчики, щоб зупинити їх, якщо вони виявляють об'єкти на своєму шляху, такі як люди, тварини, транспортні засоби або інші великі об'єкти.

У разі масового переходу на безпілотні трактори одним із основних бенефіціарів стане компанія Trimble Inc. (TRMB, NASDAQ), яка створює системи навігації та автоматичного водіння. Компанія розробляє технології автоматизації для різних галузей, включаючи сільське господарство, будівництво, управління розумною інфраструктурою міст, тобто у галузях, де традиційно багато ручної праці. У своїй галузі Trimble є лідером.

Перехід до нових технологій займе час, перш ніж досягне значних масштабів. Тим часом виробники, що інвестують величезні кошти в виробництво традиційних тракторів — зосередять свої зусилля на тому, щоб надати тракторам можливості дистанційного керування.

Список літератури:

1. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич–Харків: ХНТУСГ, 2020 р. –219 с.

2. Чигир Н.А., Діденко О.О., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Аналіз глобального ринку електромобілів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проєктування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 41-44 с.

3. Кісь О.В., Мішньов Д.В., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Безпілотні трактори для сільського господарства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проєктування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 168-171 с.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.