

УДК 631. 171

## БЕЗПІЛОТНІ ТРАКТОРИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**Кісь О.В., Мішньов Д.В., здобувачі вищої освіти,  
Антощенко Р.В., д.т.н., професор, Антощенко В.М., к.т.н., доцент  
(Державний біотехнологічний університет)**

Безпілотні трактори – це універсальні солдати на сільськогосподарському полі, які незабаром повністю замінять людину.

Вони працюють без зарплати та лікарняних, перекурів та вихідних, вдень та вночі, у туман та дощ. Їх очима є камери, а мозком – інтелектуальна система, здатна повністю контролювати та керувати рухами та функціями техніки.

Безпілотні трактори є автономними транспортними засобами, які забезпечують високе тягове зусилля (або крутний момент) на невеликих швидкостях для обробки ґрунту та інших сільськогосподарських робіт.

Вони керуються без оператора, тому що працюють без присутності людини усередині самого трактора.

Як і інші наземні безпілотні транспортні засоби, вони запрограмовані на незалежне спостереження за своїм становищем, визначення швидкості та ухилення від перешкод, таких як люди, тварини або об'єкти в полі, при виконанні свого завдання.

Різні трактори без оператора розділені на повністю автономні технології та контрольовану автономність. Ідея безпілотного трактора з'явилася ще 1940 року, але за останні кілька років концепція зазнала значних змін.

Трактори використовують GPS та інші бездротові технології для обробки землі без оператора. Вони працюють просто за допомогою супервізора, що відстежує прогрес на посаді управління, або з пілотованим трактором на чолі.

В даний час безпілотні наземні апарати (БНА) все частіше використовуються в галузі АПК: сучасний трактор здатний без втручання водія обробляти ґрунт, при цьому позиціонувати сільськогосподарський агрегат з найвищою точністю, підвищуючи ефективність обробки ґрунту, одночасно знижуючи трудовитрати.

Переваги застосування БНА полягають у наступному:

- велика точність та швидкість виконання операцій;
- відсутність людського фактора;
- виконання монотонних та важких робіт;
- функціонування в агресивних, шкідливих та небезпечних місцях, недоступних людині;
- відсутність потреби у соціальних витратах та низку інших переваг.

Безпілотний трактор – це частина кроку до автоматизації сільського господарства. Інші такі автономні технології, які нині використовуються у сільському господарстві, включають автоматичне доїння та автоматичні збирачі полуниці.

Розробити таку технологію важко. Щоб трактор був успішним, він повинен мати можливість виконувати детерміновані завдання (завдання, яке визначається перед запуском, наприклад, шлях по полю), мати реактивну поведінку (здатність реагувати на невідому ситуацію наприклад, перешкода на дорозі), та мати рефлексивну реакцію (ухвалення рішення без коливань або трудомістких обчислень, таких як зміна кута повороту за необхідності). Зрештою трактор повинен наслідувати людину в її здатності спостерігати просторове становище та приймати рішення, наприклад швидкість.

Технологія для тракторів без водія розвивалася з моменту появи в 1940-х роках. Є зараз кілька різних підходів до створення та програмування тракторів.

В даний час для навігації в більшості автономних тракторів використовуються лазери, які відображають сигнали від декількох мобільних транспондерів, розташованих навколо поля.

Ці лазери супроводжуються радіо модулями на 150 МГц на вирішення проблем прямий видимості.

Замість водіїв трактори мають контролери. Контролери – це люди, які контролюють трактори, не перебуваючи у них. Ці контролери можуть керувати кількома тракторами на кількох полях із одного місця.

Компактні трактори без водія виконують повністю автономні завдання з обприскування виноградників у Техасі.

Інша повністю автономна технологія трактора включає використання власної електричної системи (або шин CAN) трактора або сільськогосподарського обладнання для відправки команд. Використовуючи GPS-позиціонування та зворотний зв'язок по радіо, програмне забезпечення автоматизації керує траєкторією транспортного засобу та керує сільськогосподарськими знаряддями.

Модернізований радіоприймач і бортовий комп'ютер зазвичай використовуються для прийому команд з віддаленої станції керування та перетворення їх у команди транспортного засобу, такі як рульове керування, прискорення, гальмування, трансмісія та керування агрегатом.

Сенсорні технології, такі як лідер, підвищують безпеку, виявляючи непередбачені перешкоди та реагуючи на них.

Трактори, які працюють із контрольованою автономністю (автоматизована технологія, але з присутністю контролюючого оператора), використовують технологію та зв'язок між транспортними засобами (V2V).

Між двома тракторами встановлено бездротове з'єднання для обміну даними. Провідний трактор (з оператором) визначає швидкість та напрямок, які потім передаються безпілотному трактору для імітації.

Безпілотний трактор вважається спірним з погляду безпеки та громадського визнання.

Трактор, що 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.

Є кілька основних виробників, які активно прагнуть створити ринковий трактор без водія та досягли успіхів у створенні суттєвих прототипів та масовому виробництві своєї продукції. В даний час провідними виробниками є John Deere, Autonomous Tractor Corporation, Fendt та Case IH

John Deere вплинув на розвиток технологій автоматизованого землеробства. На початку 2008 року Deere and Company запустила свій продукт наведення ІТЕС Pro, автоматизовану систему, що базується на технології глобального позиціонування, яка автоматизує функції автомобіля, включаючи кінцеві повороти.

Наразі John Deere розробляє прототип. Замість лазерів у тракторі використовуються дві купольні 6-дюймові антени, які приймають сигнали із супутника глобального позиціонування.

На основі цих супутникових сигналів трактор слідує за заздалегідь запрограмованим маршрутом на електронній карті. Ця антена також призначена для людей-операторів, щоб керувати трактором, якщо супутникові сигнали не можуть проникати через будинки або густу рослинність.

У січні 2012 року Террі Андерсон заснував компанію Autonomous Tractor Corporation (АТС) у Північній Дакоті. Безпілотний трактор SPIRIT – продукт компанії АТС. Андерсон вважав, що трактори стають більшими і дорожчими, а їх якість не покращується. Таким чином, він вийшов з усамітнення, щоб створити дух. Трактори, які допомагав створити Андерсон, спочатку були створені, щоб слідувати за основним трактором (який має водій), але тепер вони рухаються до незалежної роботи.

Андерсон тестував напівмасштабні моделі свого автоматизованого трактора у своєму другому будинку у Техасі. Він представив свою модель на виставці Big Iron Farm Show у вересні 2012.

Андерсон заявив, що його мета – побудувати 25 одиниць свого автоматизованого трактора у 2013 році та продати їх фермерам для тестування за зниженою ціною.

Fendt, частина компанії AGCO, також працює над трактором без водія. 2011 року в Ганновері на виставці Agritechnica Fendt представила свою модель трактора без водія під назвою GuideConnect. GuideConnect – це трактор, запрограмований для відображення рухів іншого трактора.

Трактор, керований оператором, маневрує по полю або посівам, за ним слідує трактор без водія. Ведучий трактор, керований водієм, може уникати перешкод, коли трактор без водія впливає його шляхом. Замість того, щоб зосередитися на повністю незалежній технології, Fendt змусив GuideConnect працювати разом із машинами, керованими оператором. GuideConnect підключається за допомогою супутникової навігації та радіо до трактора, керованого оператором.

Case IH - компанія, створена в результаті злиття ІІ Case Company та International Harvester. Зараз компанія працює під управлінням CNH Global, але

трактори, як і раніше, випускаються під торговою маркою Case IH. Безпілотні трактори, вироблені Case IH, називаються «керована автономія».

За трактором, яким керує людина, слідує автономна машина, яка копіює кермо та швидкість колишнього трактора. Початковий водій є, але автономна технологія є у другому тракторі. Ці дві машини працюють із технологією V2V, яка забезпечує зв'язок між автомобілями.

У 2016 році компанія Case представила свою останню автономну концепцію – просапний трактор без троса моделі Magnum, який міг працювати автономно.

Одним із пріоритетних майданчиків розвитку роботизації є сегмент рослинництва, де потрібні автоматизовані комбайни та трактори. Більшість додатків для безпілотних літальних апаратів орієнтовані на кукурудзу та цукрову тростину.

Також перспективним напрямом зниження екологічного навантаження на довкілля є створення БНА на газодизельних двигунах.

До 2025 року велика частка ринку агроботів сконцентрується у Північній та Південній Америці.

Число фермерів, які обирають автоматизацію сільськогосподарської діяльності, постійно зростає в регіоні на тлі посилення імміграційного контролю та нестачі робочої сили.

Роботизовані збиральні машини проходять випробування у Флориді та Каліфорнії для збирання яблук, полуниці, винограду та інших культур. Багато великих фермерських компаній нині є стратегічними інвесторами для роботизованих стартап-компаній.

Очікується, що Канада та Мексика також продемонструють позитивну тенденцію до впровадження сільськогосподарських роботів.

Основними розробниками БНА зараз є компанії: Deere & Company (США), Trimble (США), AGCO Corporation (США), AgJunction (США), DJI (Китай), Boumatic (Нідерланди), Lely (Нідерланди), DeLaval (Швеція), Topcon (США) та AgEagle Aerial Systems (США). Крім того, Abundant Robotics (США) та Iron Ox (США).

Сучасна тенденція розвитку роботехніки для сільського господарства спрямована на створення безпілотних апаратів, що складаються з різних технічних та інтелектуальних систем, які необхідно інтегрувати та правильно синхронізувати для ефективного виконання сільськогосподарських операцій.

### **Список використаних джерел**

1. Пенюшкин А. С. Управление движением колесного трактора с использованием спутниковых радионавигационных систем. Ползуновский альманах, №4/2. 2011.
2. 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.