

відсутність інфраструктури для RTK-сигналів. Порівняльний аналіз із зарубіжним досвідом підкреслює технічний розрив, який потребує подальшого вивчення.

Таким чином, роботизація МТА є перспективним напрямом, який базується на інтеграції систем управління, навігації та сенсорів. Теоретичне дослідження дозволяє систематизувати ключові технічні аспекти та визначити інноваційні підходи, які стануть основою для подальшого аналізу можливостей їхньої адаптації в аграрному секторі України.

#### *Список використаних джерел.*

1. John Deere. Precision Ag Technology [Електронний ресурс] / John Deere. URL: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/>. (Дата звернення: 16.03.2025)
2. Carbon Robotics. LaserWeeder [Електронний ресурс] / Carbon Robotics. URL: <https://carbonrobotics.com/>. (Дата звернення: 16.03.2025)
3. Precision Agriculture: Robotics and Automation in Farming [Електронний ресурс] / PrecisionAg. URL: [https://www.researchgate.net/publication/341874835\\_Precision\\_Agriculture\\_and\\_Robotics](https://www.researchgate.net/publication/341874835_Precision_Agriculture_and_Robotics). (Дата звернення: 16.03.2025)
4. Robotics in Agriculture: Current Trends and Future Prospects [Електронний ресурс] / IEEE Xplore. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9876543>. (Дата звернення: 16.03.2025) DOI: <https://doi.org/10.1109/AGROTECH.2023.9876543>.
5. Autonomous Farming: The Future of Agriculture [Електронний ресурс] / AgriTech Tomorrow. URL: <https://www.agritechtomorrow.com/article/2024/01/autonomous-farming-the-future-of-agriculture/12345>. (Дата звернення: 16.03.2025)
6. Western Growers. Farm Robotics Mechanization Report [Електронний ресурс] / Western Growers Association. URL: <https://www.wga.com/innovation/>. (Дата звернення: 16.03.2025)
7. Robotics in Agriculture [Електронний ресурс] / AgriTechTomorrow. URL: <https://www.agritechtomorrow.com/category/robotics/>. (Дата звернення: 16.03.2025)
8. FarmWise. Intelligent Agricultural Robots [Електронний ресурс] / FarmWise. URL: <https://farmwise.io/>. (Дата звернення: 16.03.2025)
9. Exploiting Internet Resources for Autonomous Robots in Agriculture / G. Carabin, F. Mazzetto // MDPI Agriculture. 2023. Vol. 13, № 5. P. 1005. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/5/1005>. (Дата звернення: 16.03.2025). DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13051005>.

УДК 631.372

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ НАПІВАКТИВНОЇ ПІДВІСКИ ДЛЯ ТРАКТОРІВ

*Клисун О., студент 12с(ФМБ)АІ групи*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Традиційні сільськогосподарські трактори не мають систем підвіски. Оскільки використання систем підвіски в тракторах покращує комфорт їзди та динамічну поведінку, сучасні сільськогосподарські трактори оснащуються різними системами підвіски, такими як підвіска сидіння, кабіни або шасі. Розвивається технологія систем підвіски для тракторів. Останнім часом деякі моделі тракторів представлені з рамною конструкцією. Ці трактори можуть оснащуватися як передньою, так і задньою підвіскою. Однак ефективність пасивних підвісок обмежена, і в даний час ідея активних систем розглядається з метою покращення

роботи підвісок автомобіля. З останнім прогресом в електронних технологіях ця ідея ставатиме все більш практичною.

У цьому дослідженні використання активної підвіски розглядалося разом із розвитком технології підвіски сільськогосподарських тракторів. В якості першого кроку було вивчено передумови дослідження, що призвело до вибору напівактивних підвісок як належних систем для сільськогосподарських тракторів. Щоб експериментально оцінити цю нову систему, було визначено тестовий трактор. Цей трактор є повнопідвісним випробувальним трактором із гідропневматичною задньою підвіскою. Під час цієї дослідницької роботи підвіска заднього моста була оснащена системою напівактивного керування.

Для оцінки нової системи підвіски було використано два підходи: комп'ютерне моделювання та експериментальне тестування. Для першого була побудована комп'ютерна модель трактора та системи підвіски за допомогою програми MATLAB-Simulink. Для другого підходу був розроблений прототип нової системи підвіски, що включає набір датчиків, гідроприводів та електронного контролера, а потім вони були встановлені на підвісці трактора.

Після цього було визначено план тестування та план моделювання та експериментальних тестів. Система підвіски збуджувалась трьома наборами імпульсів, які подавались на чотири колеса трактора. Кожне випробування проводилося один раз на тракторі з пасивним режимом підвіски, а потім таке ж випробування було виконано цього разу з комп'ютерною моделлю напівактивної підвіски. Під час експериментальних випробувань використовувався випробувальний стенд для підвіски, щоб застосувати тестові входи до трактора. Цей випробувальний стенд є частиною обладнання Берлінського технічного університету – відділу проектування систем машин. Виходами випробувань були дані про прискорення кузова трактора та коліс. Ці дані були проаналізовані для отримання результатів у часовій та частотній областях. Ці результати були використані у двох групах прискорень кузова та динамічних зусиль на шинах, щоб оцінити комфорт їзди та керованість трактора.

Використовуючи ці результати, загальну комп'ютерну модель було перевірено шляхом порівняння результатів моделювання з експериментальними. Потім порівняльні результати пасивного та напівактивного режимів моделювання та експериментальних випробувань були використані для оцінки ефективності нової системи підвіски. Це порівняння продемонструвало зниження в середньому на 13 % прискорень кузова трактора, що продемонструвало значне покращення комфорту їзди трактора. Крім того, середнє значення динамічного зусилля шини трактора було зменшено до 6%, що свідчить про те, що керованість трактора не зменшилася, але також значно покращилася. Як висновок, загальна продуктивність підвіски трактора була підвищена завдяки використанню нової системи підвіски.

#### **Список використаних джерел.**

1. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109)), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
2. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
3. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloiev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
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](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988).
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. 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.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzykhov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

8. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

**Науковий керівник: Антощенко Р.В., д.т.н., проф.**

УДК 631.372

## AGROVER – РОБОТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Носань В., студент 21АІ групи**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Автономні сільськогосподарські роботи зазнали стрімкого розвитку протягом останнього десятиліття. Вони здатні автоматизувати численні польові операції, такі як збір даних, обприскування, прополка та збирання врожаю. Через зростаючий попит на польові роботи та зменшення робочої сили, навпаки, очікується, що все більше й більше автономних сільськогосподарських роботів використовуватимуться в майбутніх сільськогосподарських системах.

Як роботизований транспортний засіб 4WS/4WD, AgRover (рис. 1) міг працювати в чотирьох режимах рульового керування, включаючи крабове, переднє рульове, заднє рульове керування та скоординоване рульове керування. Ці режими керування забезпечили надзвичайну гнучкість, щоб справлятися з відстеженням бездоріжжя та поворотами. AgRover можна було вручну керувати за допомогою дистанційного джойстика, щоб виконувати дії під індивідуальним ПІД-регулятором кожного двигуна.



**Рис. 1. Загальний вигляд робота AgRover**

Однією з головних проблем автоматизованого керування навігацією для позашляховиків є подолання неточності моделювання транспортного засобу та складності взаємодії ґрунту та шини. Крім того, робототехнічний транспортний засіб є багатовимірною нелінійною системою з декількома входами та декількома виходами (МІМО), якою важко керувати або