7. de Silva R., Cielniak G., Gao J. Vision based crop row navigation under varying field conditions in arable fields. Computers and Electronics in Agriculture. 2024. Vol. 217. 108581. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108581.

8. Mier G., Fennema R., Valente J., de Bruin S. Continuous Curvature Path Planning for Headland Coverage With Agricultural Robots. Journal of Field Robotics. 2025. Vol. 42, No. 3. P. 641–656. DOI: 10.1002/rob.22489.

Abstract: *The prospects of intelligent navigation for autonomous robotic systems in mechanized agriculture are examined. The roles of satellite navigation, digital maps, and sensors in trajectory planning are defined. The potential for enhancing the accuracy and efficiency of field operations is substantiated.*

Keywords: *autonomous machinery, robotic systems, intelligent navigation, trajectory planning, precision agriculture, machine vision, GNSS, agricultural machinery.*

Науковий керівник:

Грубань В.А.

канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу

Миколаївський національний агарний університет

УДК 631.372:004.896:528.8

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА НАВІГАЦІЯ ТА АВТОНОМНЕ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМ ЗАСОБОМ У СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Анастасія ЗВЄКОВА

Здобувачка вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний агарний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація: *Розглянуто сучасні технології інтелектуальної навігації та автономного керування тракторами в точному землеробстві. Проаналізовано використання GNSS, цифрових карт, сенсорів, БПЛА та машинного зору для*

планування і коригування траєкторії руху. Визначено перспективи застосування таких систем під час вирощування зернових культур.

Ключові слова: *автономний трактор, інтелектуальна навігація, точне землеробство, GNSS, машинний зір, цифрові карти, БПЛА, планування траєкторії, зернові культури.*

Цифровізація аграрного виробництва сприяє переходу від традиційного керування сільськогосподарською технікою до автоматизованих та автономних систем. Одним із перспективних напрямів є створення інтелектуальних тракторів, здатних визначати власне положення, формувати маршрут і автоматично коригувати рух під час виконання технологічних операцій. Для зернового виробництва Півдня України такі технології є актуальними через значні площі полів та необхідність раціонального використання ресурсів.

Основу автономного керування становить поєднання навігаційної системи, бортового контролера, виконавчих механізмів і алгоритмів планування руху. Для визначення координат та орієнтації трактора можуть використовуватися GNSS, RTK-технології, інерціальні датчики та інші засоби позиціонування. Отримані дані порівнюються із заданою траєкторією, після чого система автоматично коригує напрямок руху.

Важливим елементом автономної роботи є планування маршруту з урахуванням меж поля, ширини захвату агрегату, напрямку проходів, зон розвороту та можливих перешкод. Використання цифрових карт дозволяє формувати оптимальну послідовність руху, зменшувати перекриття та скорочувати холості переміщення. Це особливо важливо під час сівби, обробітку ґрунту, внесення добрив і засобів захисту рослин.

Подальше підвищення автономності забезпечується інтеграцією GNSS із сенсорними системами, машинним зором, LiDAR та даними безпілотних літальних апаратів. Такі технології дають можливість виявляти перешкоди, уточнювати положення машини та коригувати траєкторію відповідно до поточних умов. Перспективним напрямом є використання алгоритмів штучного інтелекту для розпізнавання об’єктів і адаптивного керування.

Водночас польове середовище характеризується мінливістю рельєфу, стану ґрунту, рослинного покриву та погодних умов. Тому автономний трактор повинен забезпечувати не лише точне позиціонування, а й оперативне реагування на зміни умов та появу перешкод.

Для умов Півдня України інтелектуальна навігація може сприяти підвищенню точності механізованих операцій, зменшенню непродуктивних проходів і перекриттів, а також раціональнішому використанню пального, технічних і трудових ресурсів. Поєднання GNSS, цифрових карт, сенсорів, БПЛА та алгоритмів адаптивного керування створює основу для подальшого розвитку автономних технологій у виробництві зернових культур.

Список використаних джерел

1. Saha S., Morita T., Ospina R., Noguchi N. A Vision-based Navigation System for an Agricultural Autonomous Tractor. *IFAC-PapersOnLine*. 2022. Vol. 55, No. 32. P. 48–53. DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.11.113.

2. Saha S., Morita T., Noguchi N. A vision-based road detection system for the navigation of an agricultural autonomous tractor. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2023. Vol. 16, No. 2. P. 43–52. DOI: 10.37221/eaef.16.2_43.

3. Höffmann K., et al. Optimal guidance track generation for precision agriculture: A review of coverage path planning techniques. *Journal of Field Robotics*. 2024. Vol. 41, No. 3. P. 823–844. DOI: 10.1002/rob.22286.

4. Xu S., Rai R. Vision-based autonomous navigation stack for tractors operating in peach orchards. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. Vol. 217. 108558. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108558.

5. Kowalczyk W. Z., Hadas T. A comparative analysis of the performance of various GNSS positioning concepts dedicated to precision agriculture. *Reports on Geodesy and Geoinformatics*. 2024. Vol. 117, No. 1.

6. Heuristic cooperative coverage path planning for multiple autonomous agricultural field machines performing sequentially dependent tasks of different working widths and turn characteristics. *Biosystems Engineering*. 2024. Vol. 242. P. 16–28. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2024.04.007.

Abstract: *Modern technologies for intelligent navigation and autonomous tractor control in precision agriculture are examined. The use of GNSS, digital maps, sensors, UAVs, and machine vision for path planning and trajectory correction is analyzed. Prospects for the application of such systems in grain crop cultivation are identified.*

Keywords: *autonomous tractor, intelligent navigation, precision agriculture, GNSS, machine vision, digital maps, UAV, trajectory planning, grain crops.*

Науковий керівник:

Грубань В.А.

канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу

Миколаївський національний аграрний університет

УДК 631.372:004.92:004.896

КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Максим КРАВЦОВ

Здобувач вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація. *Розглянуто комп’ютерне моделювання та планування траєкторії руху автономного енергетичного засобу під час вирощування зернових культур. Проаналізовано застосування цифрових моделей полів, GNSS, 3D-моделювання та алгоритмів планування маршруту для підвищення точності польових операцій і раціонального використання енергетичних ресурсів.*

Ключові слова: *автономний енергетичний засіб, комп’ютерне моделювання, траєкторія руху, цифрова модель поля, GNSS, 3D-моделювання, зернові культури.*