Autonomous Tractor. Agriculture. 2023. Vol. 13, No. 1. 56. DOI: 10.3390/agriculture13010056.

5. Rondelli V., Franceschetti B., Mengoli D. A Review of Current and Historical Research Contributions to the Development of Ground Autonomous Vehicles for Agriculture. Sustainability. 2022. Vol. 14, No. 15. 9221. DOI: 10.3390/su14159221.

6. 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.

Abstract: *The paper examines human-robot interaction and partial autonomy in agricultural machinery. The distribution of functions between the operator and robotic system, as well as the prospects for automating individual agricultural operations, is analyzed. The potential of partially autonomous systems in grain production is considered.*

Keywords: *human-robot interaction, partial autonomy, agricultural machinery, robotic system, automatic control, autonomous power unit, digitalization, grain production.*

Науковий керівник:

Грубань В.А.

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

Миколаївський національний агарний університет

УДК 631.3:62-50

СУЧАСНІ РОБОТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ У ВИРОЩУВАННІ РІПАКУ

Михайло САРАНА

Здобувач вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний агарний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація: *Розглянуто сучасні роботизовані технології механізованого обробітку ґрунту у виробництві ріпаку. Проаналізовано можливості використання автономних платформ для виконання основного, поверхневого та передпосівного обробітку ґрунту. Визначено роль навігаційних, сенсорних та інтелектуальних систем керування у підвищенні точності технологічних операцій. Окреслено перспективи застосування модульних роботизованих машин, адаптивного керування та електрифікованих приводів у технологіях вирощування ріпаку.*

Ключові слова: *роботизовані технології, ріпак, обробіток ґрунту, автономна машина, роботизована платформа, точне землеробство, навігація*.

Вирощування ріпаку передбачає виконання комплексу технологічних операцій, серед яких важливе місце займає якісна підготовка ґрунту до сівби. Основний та поверхневий обробіток, культивація, вирівнювання поверхні й формування якісного посівного шару безпосередньо впливають на умови проростання насіння та подальший розвиток рослин. Традиційне виконання цих операцій потребує використання потужних машинно-тракторних агрегатів, однак розвиток цифрових технологій створює можливості для застосування автономних роботизованих машин.

Роботизована ґрунтообробна машина поєднує мобільну платформу, силову установку, навігаційне обладнання, сенсори, систему автоматичного керування та технологічні робочі органи. Така структура дозволяє машині самостійно переміщуватися полем, дотримуватися заданої траєкторії та виконувати встановлену операцію. При цьому оператор може здійснювати дистанційний контроль, задавати параметри роботи та аналізувати результати виконання технологічного процесу.

Ефективність функціонування автономної сільськогосподарської техніки значною мірою визначається точністю її орієнтування в польових умовах. Для цього роботизовані платформи можуть оснащуватися RTK-GNSS-приймачами, інерціальними вимірювальними модулями, відеокамерами, лазерними сканерами та іншими засобами технічного сприйняття. Такі системи

забезпечують контроль просторового положення машини та дають змогу коригувати напрямок її руху відповідно до заданого маршруту. Під час підготовки поля до вирощування ріпаку це особливо важливо для формування рівномірного посівного шару та якісного виконання передпосівних операцій. Оптимізація траєкторії переміщення робочої машини також сприяє зменшенню повторних проходів, пропусків між суміжними смугами обробітку та пов'язаних із ними додаткових витрат енергії.

Перспективним напрямом є використання адаптивного керування, за якого параметри роботи машини змінюються відповідно до фактичних умов поля. Роботизована платформа може коригувати швидкість руху та режими роботи робочих органів залежно від опору ґрунту, його вологості, рельєфу та технологічного навантаження. Використання цифрових карт поля додатково дозволяє враховувати просторову неоднорідність ґрунтових умов і диференційовано виконувати окремі технологічні операції.

Особливого значення роботизація може набувати під час передпосівної підготовки ґрунту під ріпак. Необхідність забезпечення рівномірного посівного шару та мінімізації надмірного ущільнення ґрунту зумовлює потребу в точному контролі руху техніки. Застосування компактних автономних платформ потенційно дає можливість зменшити масу машин, що працюють на полі, і відповідно знизити навантаження на ґрунтовий покрив.

Важливою перевагою роботизованих платформ є можливість використання змінного технологічного обладнання. Одна машина може бути оснащена різними робочими органами для виконання культивації, боронування, вирівнювання поверхні та інших операцій. Такий модульний принцип дозволяє адаптувати машину до конкретних етапів технології вирощування ріпаку та підвищити коефіцієнт її використання.

Перспективним є також використання електричних і гібридних силових установок. Електричні приводи забезпечують точне регулювання режимів роботи та спрощують автоматизацію робочих механізмів. Водночас енергоємність ґрунтообробних операцій створює певні обмеження для

повністю електричних машин, тому для тривалої роботи автономної техніки можуть розглядатися гібридні енергетичні системи.

Подальший розвиток роботизованих технологій у вирощуванні ріпаку пов’язаний із їх інтеграцією із системами точного землеробства та технологіями штучного інтелекту. Дані від сенсорів можуть використовуватися для оцінювання стану ґрунту, контролю траєкторії руху, виявлення перешкод і вибору оптимальних режимів роботи. У перспективі декілька автономних платформ можуть координувати виконання різних операцій у межах єдиного цифрового середовища господарства.

Отже, використання роботизованих технологій у вирощуванні ріпаку створює передумови для підвищення точності та ефективності механізованого обробітку ґрунту. Найбільш перспективними напрямами є автономна навігація, адаптивне керування, застосування сенсорних систем, модульних платформ та електрифікованих приводів. Поєднання роботизованої техніки із системами точного землеробства може сприяти зменшенню непродуктивних проходів, раціональному використанню енергії та зниженню негативного впливу техніки на ґрунт.

Список використаних джерел

1. Yang Q., Du X., Wang Z., Meng Z., Ma Z., Zhang Q. A review of core agricultural robot technologies for crop productions. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 206. 107701. DOI: 10.1016/j.compag.2023.107701.

2. Thakur A., Venu S., Gurusamy M. An extensive review on agricultural robots with a focus on their perception systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 212. 108146. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108146.

3. Ren X., Huang B., Yin H. A review of the large-scale application of autonomous mobility of agricultural platform. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 206. 107628. DOI: 10.1016/j.compag.2023.107628.

4. Liu L., Yang F., Liu X., Du Y., Li X., Li G., Chen D., Zhu Z., Song Z. A review of the current status and common key technologies for agricultural field

robots. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. Vol. 227. 109630. DOI: 10.1016/j.compag.2024.109630.

Abstract: *Modern robotic technologies for mechanized soil tillage in rapeseed production are examined. The potential for using autonomous platforms to perform primary, shallow, and pre-sowing soil tillage is analyzed. The role of navigation, sensor, and intelligent control systems in enhancing the precision of technological operations is determined. Prospects for the application of modular robotic machines, adaptive control, and electrified drives in rapeseed cultivation technologies are outlined.*

Keywords: *robotic technologies, rapeseed, soil tillage, autonomous machine, robotic platform, precision farming, navigation.*

Науковий керівник:

Грубань В.А.

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

Миколаївський національний агарний університет

УДК 631.3:004.89

КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ МАШИНАМИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ

Владислав ДИБЧЕНКО

Здобувач вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний агарний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація: *Розглянуто перспективи використання систем комп'ютерного зору та інтелектуального керування у роботизованих технологіях вирощування ріпаку. Проаналізовано можливості застосування цифрових камер, навігаційних засобів і сенсорів для отримання інформації про стан поля та рослин. Визначено роль автоматизованої обробки даних у коригуванні*