

УДК 631.171

DOI: 10.37128/2520-6168-2020-2-6

НАПРЯМОК ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ В СКЛАДІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Комаха Віталій Петрович, к.т.н., старший викладач
Сленич Анатолій Павлович, асистент
Вінницький національний аграрний університет

V. Komaha, PhD, Senior Lecturer
A. Yelenych, Assistant
Vinnytsia National Agrarian University

Завдяки сучасному стану науково - технічного прогресу аграрії можуть не лише приєднатися до цифрових технологій, а й зробити сільське господарство повністю керованим і прогнозованим. У статті зібрано «точні» технології, які на сьогодні найбільше впливають на аграрний бізнес.

Доволі складно уявити, в якому стані було б сільське господарство без супутникової навігації, яка відкриває широкі можливості для застосування економічно ефективних і природоохоронних технологій. Сюди можна віднести рядкове внесення добрив, ґрунтообробок, точний висів і захист рослин обприскувачами без пропусків та перекриттів, точну роботу комбайнів.

У статті розглянута система автоматичної синхронізації під час виконання роботи машинно-тракторними агрегатами, функціональні особливості та можливості її застосування. Немає сумніву, що використання навігаційних систем є однією з ефективних умов застосування машинно-тракторних агрегатів. Саме якісне внесення препаратів визначає успіх у вирощуванні сільськогосподарських культур. До того ж, дуже важливою є проблема захисту навколишнього середовища. Для вирішення даних проблем розглянуто застосування TG-арматури для секцій обприскувача з електроприводом клапанів, а провідними фірмами розроблено автоматичний пристрій включення в роботу окремих секцій штанги, що дає можливість контролювати до п'яти найменувань продуктів з різною нормою внесення пестицидів.

Приділено увагу управлінню машинно-тракторними агрегатами. Для цього розроблено цілий ряд систем автоматизованого управління та електронних пристроїв. Їх застосування відіграє важливу роль в технологіях сучасного аграрного виробництва. Обґрунтовано необхідність запровадження на тракторах і сільськогосподарських машинах систем супутникової навігації. Наведено приклади застосування систем автоматичного управління на різних сільськогосподарських машинах.

Ключові слова: навігаційні системи, система управління, інтелектуальна потужність, електронні пристрої, автоматична синхронізація, автопілот, моніторинг.

Рис. 5. Літ. 7.

1. Постановка проблеми

Виробники, незважаючи на вплив кризи, високу технічну забезпеченість фермерських господарств, енергоозброєність помітно розширили роботи зі створення машин нового технічного рівня для реалізації переваг нових прогресивних, високоефективних, ресурсозберігаючих технологій, впровадження «навігаційних систем» в агропромисловому комплексі.

Розвиток та розповсюдження сучасних систем супутникового моніторингу тісно пов'язані із підвищенням точності та достовірності прийнятих навігаційних даних. В даний час широко використовуються сервіси GPS-трекінгу, завданням яких є відстеження маршрутів спостережуваних об'єктів з метою їх збереження, подальшого аналізу та обробки, а персональний GPS- моніторинг використовується в багатьох сферах діяльності, тому проблема обробки великої кількості навігаційних даних є актуальною.

2. Мета досліджень

Мета роботи: Сформулювати узагальнюючі висновки по основним напрямкам інноваційного розвитку навігаційних систем в складі сільськогосподарської техніки.

3. Виклад основного матеріалу

Розробка і реалізація інновації здійснюються на основі постійного діалогу з фермерами - основними споживачами техніки. В результаті забезпечене значне зростання врожайності відповідно зернових, картоплі, цукрових буряків, наприклад, у Франції до 74; 432; 937 ц / га, Великобританії до 70; 405; 595 ц / га, відповідно [1].

У прагненні задовільнити пропозиції сільськогосподарських виробників фірми розширюють номенклатуру тракторів, комбайнів та інших машин. У поєднанні з додатковими опціями відбувається підвищення технологічного рівня, а відповідно і якості: скорочення витрат на паливо, насіння, добрива, засоби захисту. Створення комфортних і безпечних умов праці, вдосконалення естетичного виду обумовлює застосуванню агроінформатики, електроніки, інтелектуальних автоматизованих і роботизованих систем.

Необхідно відзначити використання тенденції: застосування системи для автоматичної синхронізації (гармонізації) роботи машинно-тракторного агрегату (МТА). Така система стає більш ефективною в поєднанні з автоматичним рульовим керуванням (технологія «Autopilot») – якість роботи, ефективність, підвищення продуктивності праці, простоту і легкість управління робить МТА більш ефективними.

Системою автоматичної синхронізації роботи МТА є система V2V «Vehicle to Vehicle» - «тягач до тягача» (рис. 1), яка контролює і автоматично синхронізує роботу двох машин [4].



Рис. 1. Система («Vehicle to Vehicle») «тягач до тягача» фірма «Case IH»

Система V2V має наступний принцип роботи: комбайнер управляє рухом комбайна, який контролює рух трактора в агрегаті з причепом при вивантаженні зернового бункера з використанням Wi-Fi або ZigBee. Швидкість переміщення і управління другою машиною контролюється «Main machine». Система може використовуватися на всіх операціях, які включають два екіпажі, забезпечує синхронність їх роботи і підвищує продуктивність.

У конструкції сучасних обприскувачів простежується тенденція на поліпшення якісних показників роботи машини, вдосконалення основних вузлів і устаткування з метою більш економічної витрати пестицидів, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище, використання різних засобів автоматизації, а також розширення номенклатури машин, оснащених спеціальним обладнанням для застосування їх в системі точного землеробства.

Компанія «AMAZONE» пропонує TG-арматуру для секцій обприскувача з електроприводом клапанів [6]. Така інновація передбачена для створення оптимальних умов розпилення струменя розчину, компенсації падіння тиску, підвищення ефективності обприскування за рахунок забезпечення оптимального тиску і витрати розчину на кінцях штанги. В результаті знижується витрата енергії розчину на привід розпилювачів, ризики негативного впливу на навколишнє середовище і рослини.

Особлива увага в сучасних конструкціях обприскувачів приділяється системам управління. Провідні фірми пропонують автоматичний пристрій включення в роботу окремих секцій штанги (GPS-Switch з Section Control), яке підтримується системою DGPS [3], що дозволяє контролювати до п'яти

найменувань продуктів з різною нормою внесення, а також новітні регулюючі пристрої з можливістю вибору необхідного діаметра крапель на основі даних про погодні умови у відповідності з багатокomпонентними системами включення розпилювачів [5].

Простежується стійка тенденція більш широкого впровадження електронних пристроїв, що дозволяють регулювати і контролювати норму внесення добрив з використанням приладів системи GPS і програмно-керуючих комплексів ISOBUS. Це дозволило активно впроваджувати технологію точного землеробства з диференційованим внесенням оптимальних доз добрив і електронним документуванням виконаних робіт [7].

Система ISOBUS дає можливість стандартизувати комп'ютерну техніку та програмне забезпечення, краще використовувати, комбінувати і координувати роботу машин і знарядь, автоматизувати налаштування машин і знарядь на різні операції, здійснювати обмін даними між системами, що знаходяться в польових умовах і офісними комп'ютерами сільськогосподарських виробників, сервісних служб і виробників техніки. Вона працює на основі шинного зв'язку CAN BUS з використанням електронних систем різних виробників.

Поширення набули системи управління AMS (AG MANAGEMENT SOLUTIONS) система точного землеробства, що включає в себе також управління машинно-тракторним парком, агрономічні та інформаційні програми, управління підприємством, електронні системи це компанія Джон-Дір і інші фірми.

Компанія «JOHN DEERE» за систему ISOBUS автоматичного управління прес-підбирачем і іншими збиральними машинами (рис. 2), яка забезпечує обмін даними в двох напрямках між трактором і машиною, яка з ним агрегується, а також між машиною і трактором. Вона автоматично виконує різні дії в потрібний час: оптимізує потужність трактора, контролює його рух, формує рулон рівномірної щільності. У поєднанні з системами «швидкого реагування», які встановлені на моделі пресів 960 і 990 значно скорочує час, що витрачається на вивантаження рулонів, оптимізує використання потужності трактора, покращує комфорт на робочому місці [8].

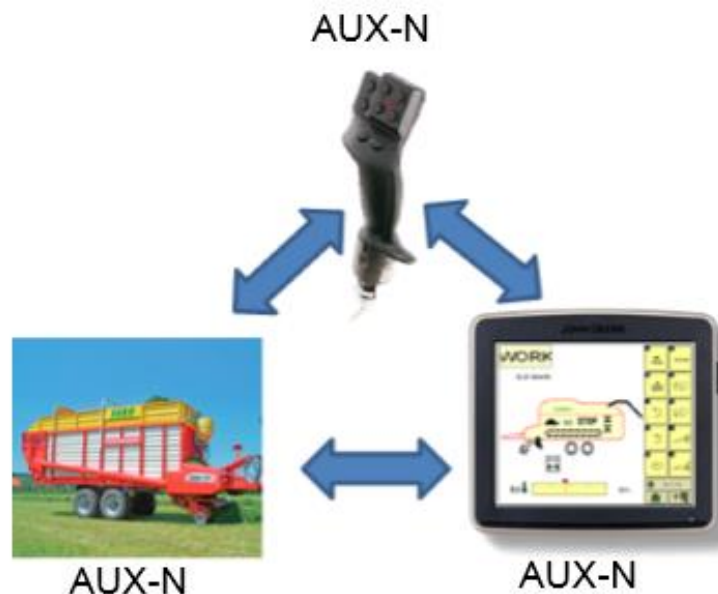


Рис. 2. Система ISOBUS, яка дозволяє прес-підбирачу в залежності від стану валка управляти швидкістю і напрямком руху трактора

Два типи систем управління трактор-машина, розроблені фірмою «JOHN DEERE» з фірмами «Grimme» і «Pöttinger», що використовує інформацію за допомогою ISOBUS. Grimme «Root Runner» спроектовані для використання з коренезбиральними і картоплезбиральними комбайнами. Трактор управляється з використанням інформації, що передається датчиками, які механічно оптимізують його положення в борознах і рядках. «Swath Scout» використовується на саморозвантажних причепах із застосуванням датчиків, які посилюють інформацію на трактор і керують ним автоматично [9].

Для управління машинно-тракторним агрегатом в основному використовуються два класи приладів: системи паралельного водіння і автопілот, що використовуються на космічних навігаційних

системах. При цьому на машину встановлюється GPS-приймач, що відслідковує її координати і передає їх в бортовий комп'ютер (рис. 3).



Рис. 3. Електроніка та автоматизовані системи управління

Електроніка та автоматизовані системи управління отримали подальший бурхливий розвиток особливо в технологіях точного землеробства, розширення технічного використання мережі ІНТЕРНЕТ, програмних додатків [8]. Підвищується технічний рівень і різноманіття електронних засобів управління і контролю, що застосовуються на тракторах і сільськогосподарських машинах з використанням систем супутникової навігації.

Широко застосовуються системи автоматичного управління та контролю різними функціями ґрунтообробних, посівних машин, машинах для внесення добрив, захисту рослин, для збирання врожаю та інших. Наприклад система автоматичного водіння Ag GPS EZ-Guide 500 забезпечує картування, управління рухом з точністю до 2 см і відключення секцій штанг обприскувача.

Прослідковується стійка тенденція більш широкого впровадження електронних пристроїв, що дозволяють регулювати і контролювати норму внесення добрив з використанням приладів системи GPS і програмно-керуючих комплексів ISOBUS (ISOBUS-сумісні термінали AmaTron і AmaPad від Amazone. Це дозволяє активно впроваджувати технологію точного землеробства з диференційованим внесенням оптимальних доз добрив і електронним документуванням виконаних робіт. Налаштування на дозу внесення добрив здійснюється для кожного виду добрив з урахуванням його фізико-механічних властивостей (вологість, гранулометричний склад), агрохімічних характеристик (вміст діючої речовини). Виробники орієнтуються на внесення добрив за один прохід.

Основними тенденціями в розвитку і вдосконаленні зернозбиральних комбайнів є: збільшення продуктивності комбайнів і потужності їх двигунів (в окремих класах досягнуті оптимальні потужності двигунів); скорочення до мінімуму втрат і пошкоджень зерна; забезпечення стійкості протікання технологічного процесу збирання в різних агротехнічних і кліматичних умовах; впровадження нових робочих органів; підвищення комфортабельності і безпеки експлуатації; зниження негативного впливу на ґрунт шляхом зменшення питомої тиску коліс машин на ґрунт, а також впровадження гусеничного ходу; широке застосування сучасних систем управління і контролю технологічних процесів інтелектуальної потужності, гармонізації роботи з транспортними засобами на базі електроніки, аж до супутникових систем (GPS, ГЛОНАСС).

Фірма «Claas» реалізувала концепцію інтелектуальна потужність [7]. За допомогою системи CPS (Claass Power Systems) (рис. 4) забезпечується раціональне об'єднання всіх параметрів роботи двигуна і систем приводу, що дозволяє найбільш повно реалізувати потужність при низькій витраті палива. Всі компоненти машини узгоджені між собою так, щоб її потужність найкращим чином відповідала умовам роботи.

Комбайни широко оснащені електронними засобами управління і контролю, автоматизації, гармонізації з транспортними засобами інтелектуальної потужності, синхронізованою роботи всіх робочих органів (Нью-Холланд-9090, Клас Лексіон-770 і ін.). Всі компоненти оптимально узгоджені між собою, щоб потужність машини найкращим чином відповідала конкретним умовам застосування. Важливою складовою системи CPS є інтелектуальна система управління двигуном. Вона забезпечує повну реалізацію потужності при низькій витраті палива.

CPS (Claas Power Systems)

Інтелектуальна потужність

= потужність

+

інтелект

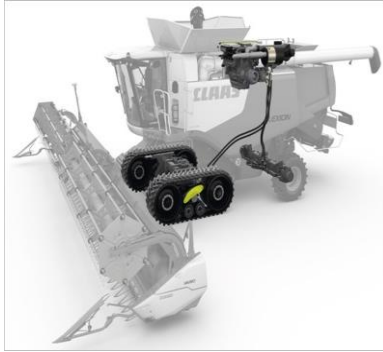


Рис. 4. Система CPS (Claas Power System) «Інтелектуальна потужність» фірми «Claas»

Електронно-програмний комплекс EASY фірми «Claas» включає чотири області спеціалізації і в сукупності утворює ефективний інструмент управління (рис. 5):

- on board – керування машиною і оптимізація продуктивності безпосередньо з кабіни;
- on field – підвищення продуктивності безпосередньо в полі;
- on track – контроль технічного стану машини і віддалена діагностика;
- on farm – програмні рішення для сільськогосподарських підприємств.

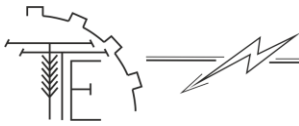


Рис. 5. Електронно-програмний комплекс EASY фірми «Claas»

4. Висновки

Отже, аналіз сучасного сільськогосподарського машинобудування показує, що в даний час йде активне використання електроніки, комп'ютерних та інформаційних технологій. Досягнення технічного прогресу в області сільськогосподарського машинобудування в першу чергу спрямовані на:

- всевітнє збільшення виробництва продукції землеробства і тваринництва;
- підвищення якості продукції та збереження до мінімуму її втрат на всіх етапах виробництва;
- підвищення продуктивності праці і скорочення витрат;
- ресурсозбереження;
- підвищення економічної ефективності за рахунок впровадження нових прогресивних, високоефективних ресурсозберігаючих технологій.

**Список використаних джерел**

1. Громитко В. Технічні засоби та технології застосування систем паралельного водіння та автопілотування в керованому землеробстві. *Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України"*. Дослідницьке, 2009. № 13 (27). Книга 2. С. 68–76.
2. Колесникова В. А., Марченко Л. М. Техніко-технологічне забезпечення диференційованого внесення рідких засобів хімізації. *Сільськогосподарські машини і технології*. 2008. № 6 (7). С. 44–47.
3. Личман Г. И., Марченко Н. М. Космический мониторинг в системе точного земледелия. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2010. № 1. С. 27–31.
4. Мельник Р. В. Параметри забезпечення ефективності застосування широкозахватних машинно-тракторних агрегатів у керованому землеробстві. *Механізація та електрифікація с. – г.: Міжвід. темат. наук. зб. УААН: ННЦ "ІМЕСГ"*. Глеваха, 2018. № 92. С. 541–547.
5. Опришко О. О., Болбот І. М., Андрійшина М. В., Пасічник Н. А. Методичні підходи для керування вибірковою внесенням добрив. *Аграрна наука і освіта*. 2008. Том. 9. № 9. С. 100–104.
6. URL: www.amazone.de/leistungsrechner (Дата звернення 20.03.2020)
7. URL: www.agrarheute.com (Дата звернення 20.03.2020)

References

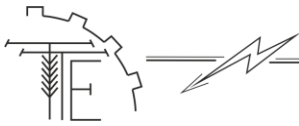
- [1] Hromytko, V. (2009). Tekhnichni zasoby ta tekhnolohiyi zastosuvannya system paralel'noho vodinnya ta avtopilotuvannya v kерованому zemlerobstvi. *Zbirnyk naukovykh prats' UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. "Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuвання novoyi tekhniki i tekhnolohiy dlya sil's'koho hospodarstva Ukrainy"*. Doslidnyts'ke № 13 (27). Knyha 2. 68–76. [in Ukrainian].
- [2] Kolesnykova, V. A., Marchenko, L. M. (2008). Tekhnyko-tekhnologicheskoe obespechenye dyfferentsirovannoho vnesenyya zhydkykh sredstv khymyzatsyy. *Sel'skohozyaystvennyye mashyny y tekhnolohy*. № 6 (7). 44–47. [in Russian].
- [3] Lychman, H. Y., Marchenko, N. M. (2010). Kosmycheskyy monytorynh v systeme tochnoho zemledelya. *Sel'skohozyaystvennyye mashyny y tekhnolohy*. № 1. 27–31. [in Russian].
- [4] Mel'nyk, R. V. (2018). Parametry zabezpechennya efektyvnosti zastosuvannya shyrokozakhvatnykh mashynno-traktornykh ahrehativ u kерованому zemlerobstvi. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya s. – h.: Mizhvid. temat. nauk. zb. UAAN: NNTS "IMES-H"*. Hlevakha, № 92. 541–547. [in Ukrainian].
- [5] Opryshko, O. O., Bolbot, I. M., Andriyishyna, M. V., Pasichnyk, N. A. (2008). Metodichni pidkhody dlya keruvannya vybirkovym vnesennyyam dobryv. *Ahrarna nauka i osvita*. Tom. 9. № 9. 100–104. [in Ukrainian].
- [6] URL: www.amazone.de/leistungsrechner (Date of application 20.03.2020)
- [7] URL: www.agrarheute.com (Date of application 20.03.2020)

НАПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СОСТАВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Благодаря современному состоянию научно - технического прогресса аграрии могут не только присоединиться к цифровым технологиям, но и сделать сельское хозяйство полностью управляемым и прогнозируемым. В статье собраны «точные» технологии, которые сегодня больше всего влияют на аграрный бизнес.

Довольно сложно представить, в каком состоянии было бы сельское хозяйство без спутниковой навигации, которая открывает широкие возможности для применения экономически эффективных и природозберигательных технологий. Сюда можно отнести рядное внесение удобрений, почвообработку, точный высеив и защита растений опрыскивателями без пропусков и перекрытий, точную работу комбайнов.

В статье рассмотрена система автоматической синхронизации во время работы машинно-тракторными агрегатами, функциональные особенности и возможности ее применения. Нет сомнения, что использование навигационных систем является одной из эффективных условий применения машинно-тракторных агрегатов. Именно качественное внесение препаратов определяет успех в выращивании сельскохозяйственных культур. К тому же, очень важной является проблема защиты окружающей среды. Для решения данных проблем рассмотрено применение TG-арматуру для секций опрыскивателя с электроприводом клапанов, а ведущими фирмами разработаны



автоматическое устройство включения в работу отдельных секций штанги, что позволяет контролировать до пяти наименований продуктов с разной нормой внесения пестицидов.

Уделено внимание управлению машинно-тракторными агрегатами. Для этого разработан целый ряд систем автоматизированного управления и электронных устройств. Их применение играет важную роль в технологиях современного аграрного производства. Обоснована необходимость введения на тракторах и сельскохозяйственных машинах систем спутниковой навигации. Приведены примеры применения систем автоматического управления на разных сельскохозяйственных машинах.

Ключевые слова: навигационные системы, система управления, интеллектуальная мощность, электронные устройства, автоматическая синхронизация, автопилот, мониторинг.

Рис. 5. Лит. 7.

DIRECTION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF NAVIGATION SYSTEMS IN THE COMPOSITION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT

Due to the current state of scientific and technological progress, farmers can not only join digital technologies but also make agriculture fully managed and predictable. The article describes the "exact" technologies that today have the greatest impact on the agricultural business.

It is difficult to imagine the state of agriculture without satellite navigation, which opens wide opportunities for the use of cost-effective and environmentally friendly technologies. These include in-line fertilizer application, soil tillage, precision planting and spraying of plants without gaps and overlaps, and precise operation of combines.

In the article the system of automatic synchronization during performance of work by machine-tractor units, functional features and possibilities of its application is considered. There is no doubt that the use of navigation systems is one of the effective conditions for the use of machine-tractor units. It is the quality of the preparation that determines the success in growing crops. In addition, things are very important. To obtain reliable information about the problem of using TG fittings for sequential seizures from valve actuators, it is also revealed that firms have created an automatic device, included in the working period of full-time employees, who remain searchable for the names contained in pesticides.

Attention is paid to the control of machine and tractor units. A number of automated control systems and electronic devices have been developed for this purpose. Their application plays an important role in the technologies of modern agrarian production. The necessity of introducing satellite navigation systems on tractors and agricultural machines is substantiated. Examples of application of automatic control systems on different agricultural machines are given.

Key words: navigation systems, control system, intellectual power, electronic devices, automatic synchronization, autopilot, monitoring.

Fig. 5. Ref. 7.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Комаха Віталій Петрович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: komacha@vsau.vin.ua).

Єленич Анатолій Павлович – асистент кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: yelenych@vsau.vin.ua).

Комаха Віталій Петрович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Агроинженерии и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, email: komacha@vsau.vin.ua).

Еленич Анатолий Павлович – ассистент кафедры «Агроинженерии и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, email: yelenych@vsau.vin.ua).

Vitalii Komaha – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Internal Combustion Engines and Alternative Fuel Resources, Vinnytsia National Agrarian University (3, Sunny St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, email: komacha@vsau.vin.ua).

Anatoliy Yelenych – Assistant of the Department "Internal Combustion Engines and Alternative Fuel Resources" of Vinnytsia National Agrarian University (3, Sunny St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, email: yelenych@vsau.vin.ua).