



УДК: 621.3:004.5

DOI: 10.37128/2520-6168-2020-3-7

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ ТА РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У АПК УКРАЇНИ

Солона Олена Василівна, к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет

Olena Solona, Ph.D., Associate Professor
Vinnitsia National Agrarian University

У статті розглядаються основні положення і роль мехатроніки на виробництві в сільському господарстві. Виконано огляд актуальних і перспективних мехатронних систем для використання в сільському господарстві. Відзначається, що використання науково-технічних досягнень в галузі мехатроніки відкриває нові можливості за рішенням багатoproфільних завдань, а також ставить людину в залежність від технічних засобів. Досліджено сучасний стан та світові тенденції застосування і розвитку мехатронних систем у галузях сільськогосподарського виробництва. Проаналізовано потреби у використанні мехатронних систем і модулів в умовах сільськогосподарських підприємств та виявлено проблеми, пов'язані з їх впровадженням та використанням. Мета створення таких комплексів – домогтися поєднання високої продуктивності і одночасно гнучкості техніко-технологічного середовища за рахунок можливості її реконфігурації, що дозволить забезпечити конкурентоспроможність і високу якість продукції, що випускається на світових ринках. У сучасних мехатронних системах для забезпечення високої якості реалізації складних і точних рухів необхідно застосовувати методи інтелектуального управління. Для створення інтелектуальних систем необхідно забезпечити гнучку взаємодію компонентів усередині системи і з навколишнім світом.

Визначено актуальні напрямки в застосуванні мехатронних систем і модулів у сільськогосподарському виробництві. У міру розширення сфери застосування мехатронних систем і розширення міжнародних науково-технічних зв'язків, стає все більш значущим активний обмін нових виробничими і інформаційними технологіями між їхніми творцями і користувачами, між різними групами споживачів і розробників (науково-дослідними центрами, підприємствами різних форм власності, університетами). Зазначені форми кооперації реалізуються в рамках міжнародного трансферу технологій. Розвиток мехатроніки як міждисциплінарної науково-технічної галузі, окрім очевидних техніко-технологічних складнощів, ставить і цілу низку нових організаційно-економічних проблем.

Ключові слова: мехатроніка, мехатронні модулі, автоматизація, роботизація, сільське господарство, агропромислові роботи.

Рис. 1. Літ. 12.

1. Постановка проблеми

Пріоритетним напрямом розвитку науки та технологій на сучасному рівні є розробка, створення та впровадження мехатронних систем нового покоління. Якщо звернутися до першоджерел і підручників, то з'ясується, що поштовхом до появи мехатроніки слугувала невідповідність між можливостями новітніх механічних виконавчих пристроїв, можливостями комп'ютерів та інформаційних технологій і проблемами, які виникають при їх спільному використанні для вирішення різних практичних завдань. Виявилось, що сформовані актуальні завдання і є технічні можливості для їх вирішення, але питання створення надійних і недорогих систем зводило нанівець усі плани та терміни виходу на ринок з новими технічними розробками.

У мехатронних машинах здійснюється перенос і перетворення енергії та інформації за допомогою елементів механіки, електроніки, електротехніки, гідроаеромеханіки, які утворюють замкнену систему. За їх допомогою енергія перетворюється в корисну роботу, а інформація – в ефективні рішення.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Мехатроніка як наукова галузь тільки починає розвиватися, її кордони, зміст і термінологія



остаточно не визначені [4; 5]. Водночас синергетична інтеграція як основоположний принцип побудови мехатронних систем спочатку є загальноновизнаним і постулював у першому ж рядку визначення мехатроніки [3; 6–8]. В умовах сучасного розвитку суспільства все більше галузей потребують негайного застосування цих мехатронних систем та робототехніки. Не може залишатись осторонь і сільське господарство, яке більше, ніж будь-яка інша галузь, вимагає застосування цього перспективного напрямку науково-технічного прогресу.

3. Мета дослідження

Дослідити перспективи використання сучасних мехатронних систем та робототехніки, а також шляхи їх впровадження в агропромисловий комплекс України.

4. Викладення основного матеріалу

Центральна ланка сучасного АПК України – сільське господарство. Сільське господарство є однією із найбільш важливих галузей економіки будь-якої країни. Перелік продуктів сільськогосподарської галузі великий: від овочів і фруктів, що поставляються на прилавки магазинів, комбікормів, призначених для годування тварин, до сировини, що використовується в різних галузях промисловості. Організація Об'єднаних Націй опублікувала прогноз населення нашої планети до 2050 року, згідно з яким населення Землі збільшиться на 2,5 мільярда людей і складе 9,1 мільярда людей [1]. Тому для задоволення такого попиту виробництво сільськогосподарської продукції має збільшитися на 25%.

Сільське господарство – це серйозний бізнес кожної країни, тому необхідно своєчасно здійснювати процес впровадження і використання мехатроніки і робототехніки в цій галузі. Сучасна машина поступово витісняє участь людей в певних сферах життя. Машина здатна сама проводити діагностику, контролювати свій стан та контактувати з людьми. Саме створенням таких механізмів займаються мехатроніки.

Варто зазначити, що доцільно використовувати як мехатронні модулі, що призначені для реалізації рухів однією координатою, агрегатів, що призначені для реалізації заданих рухів в умовах взаємодії із зовнішнім середовищем, та у підсумку – роботизованих мехатронних систем як вищого рівня мехатронного об'єкта. Сільськогосподарські роботи призначені для автоматизації трудомістких і монотонних процесів у сільському господарстві. На сучасному етапі розвитку здійснюється інтенсивна розробка таких роботів, що знаменує початок роботизації сільськогосподарського виробництва.

На теперішній час жоден із розроблених прототипів агропромислових роботів, створених у різних країнах, ще не функціонує на полях і фермах. Усі моделі поки що є дослідницькими або в кращому випадку дрібносерійними зразками.

У майбутньому роботи будуть використовуватися для виконання важкої, монотонної, шкідливої, небезпечної фізичної роботи та для реалізації більшості завдань – від посіву і підгодівлі до внесення хімікатів.

Необхідно розробляти агропромислові роботи, оснащені спеціальними засобами пересування, які надають мінімальний тиск на ґрунт; спеціалізованими захватними пристроями; алгоритмами управління; сенсорами підвищеної чутливості в пило- та вологозахисному виконанні. Агропромисловий робот повинен бути оснащений штучним інтелектом і системою технічного зору, тому перевагу необхідно надавати приладам із автономним або автоматичним керуванням. Такі роботи після їх створення і налаштування можуть, в принципі, функціонувати і без участі людини. Також актуальною проблемою роботів у сільському господарстві є їх надійність, отже, структура робота повинна включати систему самодіагностики.

Однією з перспективних розробок, які перебувають на етапі досліджень і випробувань, є автономний польовий робот BoniRob компанії Amazone [2]. BoniRob призначений для експериментів з обробки окремих рослин, який компанія AMAZONENWERKE розробляє спільно з технічним інститутом Оснабрюка, компанією Robert Bosch GmbH та іншими партнерами, створює нову основу для застосування таких автономних систем у сільському господарстві. Упродовж 120 років Amazone є одним із кращих партнерів німецьких фермерів у галузі сільського господарства [2].

Якщо досі випробування польових роботів проводилося з використанням навігації по рядах, то польовий робот BoniRob має самостійну систему навігації, для початку – на невеликих досліджених рослинницьких полях. На них він може не тільки визначити GPS-координати окремих рослин, але і



складати карти проведених робіт і готувати необхідну документацію. Таким чином, BoniRob значно прискорює працю садівників, збираючи за допомогою спеціальних камер і датчиків дані про окремі рослини і створюючи більшу статистичну базу. Технологія використання польових роботів дозволяє виконувати ці завдання набагато швидше й ефективніше, ніж це робить людина або будь-яка з технологій, які застосовувались раніше.

У ході дослідницького проекту, що підтримується BMELV / BLE, для початку створені два самохідних роботи BoniRob, призначені для роботи на дослідницьких кукурудзяних і пшеничних полях. Для навігації польовий робот BoniRob оснащується системою GPS з датчиками; сенсорна агротехніка функціонує з використанням технологій спектральної фільтрації зображень (Spectral Imaging). Конструкція ходової частини з незалежним приводом коліс дає масу можливостей, наприклад, дорожній просвіт, регульований в діапазоні від 40 до 80 см, ширина колії від 75 до 200 см і пристрій швидкої заміни сенсорної техніки.

Після успішного дослідницького проекту BoniRob стартує розробка двох нових проектів [2].

При цьому використовується і модернізується концепція гнучкого польового робота. AMAZONE концентрується на розробці універсальних платформ роботів, які можуть бути використані по-різному. Поряд із великими складнощами у створенні роботів, придатних для роботи на полі, потрібно додатково створити механічний або електричний роз'єм, що дозволяє приєднувати різні знаряддя. Тим самим, робота можна комбінувати з різними додатками, подібно до того, як знаряддя агрегатується з трактором. На відміну від трактора, додатки повністю регулюють дії робота і тим самим автономно функціонують як єдине ціле.

Дослідницький проект «RemoteFarming. 1» проводиться AMAZONE спільно з Bosch і університетом Оснабрюка і полягає в механічному регулюванні за допомогою робота чисельності рослин в органічному вирощуванні моркви. Тут йдеться про системну інтеграцію BoniRob в екологічне землеробство. При цьому робот оснащений механізмом для регулювання чисельності бур'янів. Метою є виявлення роботом – за рахунок комплексної обробки зображення, а потім і залучення людини для обробки зображення на робочому місці біля монітора – технічних культур і бур'янів як таких. При цьому польовий робот повинен працювати за наявності збурювальних впливів і змінних умов – такої автоматизованої обробки зображення немає на ринку до цих пір. Цей проект здійснюється в рамках підтримки інновацій федеральним міністерством харчування, сільського господарства та захисту споживачів спільно з управлінням сільського господарства і харчування у ролі ініціаторів проекту.

У рамках дослідницького проекту «SmartBot», підтримуваного з боку INTERREG IV A, досліджується детальний проект «AgroBot» (рис. 1) з метою розвитку аграрних роботів з базовою технологією. При цьому AMAZONE займається розробкою платформи роботів, а також є партнером із розробки додатків для хімічної обробки бур'янів, боротьби з пророслими бульбами картоплі минулого року і вимірювання щільності ґрунту.



Рис.1. Проект «AgroBot»

Загалом необхідно відзначити, що елементи мехатроніки у вигляді окремих модулів і систем знайшли вельми широке застосування в різних галузях виробництва, в тому числі в аграрному секторі.

Ця галузь виробництва у тваринництві представлена технологічними комплексами і лініями первинної обробки та пакування продукції сільськогосподарського виробництва. Автоматизація використовується в лініях збору, транспортування та первинної обробки молока – доїльних установках, а також збирання, видалення і утилізації продуктів життєдіяльності тварин – гною, фекалій, сечовини.

Мехатронні модулі використовуються у складі кормоцехів – під час приготуванні кормів і



їхньої подальшої роздачі. Тут важливий контроль температури при термічній обробці корму, довжини різку або величини подрібнення.

У рослинництві мехатронні модулі використовуються переважно в точному землеробстві – у системах точного водіння сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів та самохідних машин, а також управління їхніми окремими робочими органами. Широко використовуються системи автоматичного управління на дозуючих пристроях (форсунках, заслінках і т. д.) сільськогосподарських машин для внесення різноманітних добрив і засобів хімічного захисту рослин.

Виконавчі механізми, як правило, оснащені наглядними приводами, що функціонують у комплексі з первинними перетворювачами сигналу (датчиками), які працюють на різних фізичних принципах – тиск, сила, світлочутливість, спектральний аналіз – залежно від специфіки виконуваного технологічного процесу і критеріїв оцінки якості його виконання.

Системи автоматичного управління використовуються, тією чи іншою мірою, в усіх основних технологічних процесах виробництва продукції сільського господарства і на різних етапах їх виконання. Надалі мехатронні машини і системи будуть об'єднуватися в мехатронні комплекси на базі єдиних інтеграційних платформ. Мета створення таких комплексів – домогтися поєднання високої продуктивності і одночасно гнучкості техніко-технологічного середовища за рахунок можливості її реконфігурації, що дозволить забезпечити конкурентоспроможність і високу якість продукції, що випускається на світових ринках. У сучасних мехатронних системах для забезпечення високої якості реалізації складних і точних рухів необхідно застосовувати методи інтелектуального управління. Для створення інтелектуальних систем необхідно забезпечити гнучку взаємодію компонентів усередині системи і з навколишнім світом.

У міру розширення сфери застосування мехатронних систем і розширення міжнародних науково-технічних зв'язків, стає все більш значущим активний обмін нових виробничими і інформаційними технологіями між їхніми творцями і користувачами, між різними групами споживачів і розробників (науково-дослідними центрами, підприємствами різних форм власності, університетами). Зазначені форми кооперації реалізуються в рамках міжнародного трансферу технологій. Розвиток мехатроніки як міждисциплінарної науково-технічної галузі, окрім очевидних техніко-технологічних складнощів, ставить і цілу низку нових організаційно-економічних проблем.

Сучасні підприємства, що приступають до розробки і випуску мехатронних виробів, повинні вирішити в цьому плані такі основні завдання:

- 1) Структурна інтеграція підрозділів механічного, електронного та інформаційного профілів (які, як правило функціонували автономно і роз'єднано) в єдині проектні і виробничі колективи;
- 2) Підготовка «мехатронно-орієнтованих» інженерів і менеджерів, здатних до системної інтеграції і керівництва роботою вузькопрофільних фахівців різної кваліфікації;
- 3) Інтеграція інформаційних технологій із різних науково-технічних галузей (механіка, електроніка, комп'ютерне управління); у єдиний інструментарій для комп'ютерної підтримки мехатронних завдань; стандартизація і уніфікація всіх використовуваних елементів і процесів при проектуванні і виробництві мехатронних систем.

Вирішення перерахованих проблем часто вимагає подолання традицій в управлінні, що склалися на підприємстві, і амбіцій менеджерів середньої ланки, звиклих вирішувати тільки свої вузькопрофільні завдання. Саме тому середні і малі підприємства, які можуть легко і гнучко варіювати свою структуру, виявляються більш підготовленими перейти до виробництва мехатронної продукції.

5. Висновок

Таким чином, створення та впровадження гнучких мехатронних систем та роботизованих комплексів у сучасне сільськогосподарське виробництво є пріоритетним напрямком науково-технічного прогресу. Розвиток сільськогосподарської техніки і технічного обладнання у цьому напрямку всебічно сприятиме забезпеченню продовольчої безпеки країни, створенню інтегрованих систем інтенсифікації продуктивності в усіх сферах діяльності сільського господарства і переробки його продукції. Проведений аналіз сучасних тенденцій об'єктивно і переконливо свідчать про швидко зростаючий інтерес до мехатроніки і високої активності фахівців в науково-дослідній, освітній і виробничій сферах, що визначає перспективу розвитку мехатроніки у XXI столітті як одного з ключових напрямів сучасної науки і техніки.



Список використаних джерел

1. Організація об'єднаних націй. URL: <https://www.un.org/ru/>.
2. Польовий робот BoniRob закладає основи сільськогосподарської техніки майбутнього. Компанія Amazone. URL: <https://www.amazone.ru/default2009.asp/>.
3. Solona O., Kovbasa V. Influence of geometric parameters of the treatment shower on the deformation characteristics of the soil when forming a cavity for an anti-filtration screen. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. №3(94). С. 76–83.
4. Яхно О.М., Узунов О.В., Луговський О.Ф. та ін. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка: підручник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 711 с.
5. Павленко Т.П., Шавкун В.М., Козлова О.С., Лукашова Н.П. Сучасні електромехатронні комплекси і системи: навч. Посібник. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 116 с.
6. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини: Монографія. Вінниця: ВНАУ, 2011. 355 с.
7. Чубик Р.В., Горбатюк Р.М., Борзов І.Г. Пристрій для автоматизації технологічного процесу віброабразивної обробки деталей. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. №1. С. 74–80.
8. Стаднік М. І. Оптимізація функціональної структури системи автоматизації однорідних об'єктів. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2016. № 3. С. 62–65.

References

- [1] Orhanizatsiia obiednanykh natsii [United Nations]. Retrieved from: <https://www.un.org/ru/> [in English].
- [2] Polovyi robot BoniRob zakladaie osnovy silskohospodarskoi tekhniki maibutnoho. Amazone [The BoniRob field robot lays the foundations for the agricultural machinery of the future. Amazone]. Retrieved from: <https://www.amazone.ru/default2009.asp> [in Ukrainian].
- [3] Solona O., Kovbasa V. (2019). Influence of geometric parameters of the treatment shower on the deformation characteristics of the soil when forming a cavity for an anti-filtration screen. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh – Vibrations in engineering and technology*, 3(94). 76-83 [in Ukrainian].
- [4] Yakhno O.M., Uzunov O.V., Luhovskyi O.F. ta in. (2017). *Prykladna hidroaeromekhanika i mekhanotronika [Applied hydroaeromechanics and mechatronics]*. Vinnytsia: VNTU [in Ukrainian].
- [5] Pavlenko T.P., Shavkun V.M., Kozlova O.S., Lukashova N.P. (2019). *Suchasni elektromekhatronni komplekxy i systemy [Modern electromechatronic complexes and systems]*. Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova [in Ukrainian].
- [6] Chubyk R.V., Yaroshenko L.V. (2011). *Kerovani vibratsiini tekhnolohichni mashyny: Monohrafiia [Controlled vibrating technological machines: Monograph]*. Vinnytsia: VNAU [in Ukrainian].
- [7] Chubyk R.V., Horbatiuk R.M., Borzov I.H. (2016). Prystrii dlia avtomatyzatsii tekhnolohichnoho protsesu vibroabrazivnoi obrobky detalei [Device for automation of technological process of vibroabrasive processing of details]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK – Technology, energy, transport of agro-industrial complex*, 1, 74-80 [in Ukrainian].
- [8] Stadnik M.I. (2016). Optymizatsiia funktsionalnoi struktury systemy avtomatyzatsii odnorodnykh obiektiv [Optimization of the functional structure of the automation system of homogeneous objects]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Bulletin of Khmelnytsky National University. Technical sciences*, № 3, 62-65 [in Ukrainian].

APPLICATION OF MODERN MECHATRONIC SYSTEMS AND ROBOTIC COMPLEXES IN AGRICULTURE

The article discusses the main provisions and the role of mechatronics in production in agriculture. A review of current and promising mechatronic systems for use in agriculture is carried out. It is noted that the use of scientific and technological advances in the field of mechatronics opens up new opportunities for solving multidisciplinary problems, and also makes a person dependent on technical means. The current state and world trends in the application and development of mechatronic systems in the field of agricultural production are investigated. The needs for the use of mechatronic systems and modules in the conditions of agricultural enterprises are analyzed and the problems associated with their implementation and use are identified. The purpose of creating such complexes is to achieve a combination of high productivity and at the same time flexibility of the technical and technological environment due to the possibility of its reconfiguration, which will ensure the competitiveness and high quality of products in world markets. In modern mechatronic systems, to ensure a high quality of implementation of complex and precise movements, it is necessary to apply



intelligent control methods. To create intelligent systems, it is necessary to provide flexible interaction of components within the system and with the outside world.

Current trends in the use of mechatronic systems and modules in agricultural production are determined. As the scope of application of mechatronic systems expands and international scientific and technical relations expand, it becomes more and more important to actively exchange new production and information technologies between their creators and users, between various groups of consumers and developers (research centers, enterprises of various forms of ownership, universities). These forms of cooperation are implemented within the framework of international technology transfer. The development of mechatronics as an interdisciplinary scientific and technical field, in addition to obvious technical and technological difficulties, also raises a number of new organizational and economic problems.

Key words: mechatronics, mechatronic modules, automation, robotization, agriculture, agro-industrial work.

Fig. 1. Ref. 12.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ И РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В статье рассматриваются основные положения и роль мехатроники на производстве в сельском хозяйстве. Выполнен обзор актуальных и перспективных мехатронных систем для использования в сельском хозяйстве. Отмечается, что использование научно-технических достижений в области мехатроники открывает новые возможности по решению многопрофильных задач, а также ставит человека в зависимость от технических средств. Исследовано современное состояние и мировые тенденции применения и развития мехатронных систем в области сельскохозяйственного производства. Проанализированы потребности в использовании мехатронных систем и модулей в условиях сельскохозяйственных предприятий и выявлены проблемы, связанные с их внедрением и использованием. Цель создания таких комплексов - добиться сочетания высокой производительности и одновременно гибкости технико-технологической среды за счет возможности ее реконфигурации, что позволит обеспечить конкурентоспособность и высокое качество выпускаемой продукции на мировых рынках. В современных мехатронных системах для обеспечения высокого качества реализации сложных и точных движений необходимо применять методы интеллектуального управления. Для создания интеллектуальных систем необходимо обеспечить гибкое взаимодействие компонентов внутри системы и с окружающим миром.

Определены актуальные направления в применении мехатронных систем и модулей в сельскохозяйственном производстве. По мере расширения сферы применения мехатронных систем и расширение международных научно-технических связей, становится все более значимым активный обмен новых производственных и информационных технологий между их создателями и пользователями, между различными группами потребителей и разработчиков (научно-исследовательскими центрами, предприятиями различных форм собственности, университетами). Указанные формы кооперации реализуются в рамках международного трансфера технологий. Развитие мехатроники как междисциплинарной научно-технической области, кроме очевидных технико-технологических сложностей, ставит и целый ряд новых организационно-экономических проблем.

Ключевые слова: мехатроника, мехатронные модули, автоматизация, роботизация, сельское хозяйство, агропромышленные работы.

Рис. 1. Лит. 12.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Солона Олена Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: solona_o_v@ukr.net).

Солона Елена Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин и охраны труда Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: solona_o_v@ukr.net).

Solona Olena – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines and Labor Protection, Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnyschaya St., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: solona_o_v@ukr.net).