

УДК 631.95:721.006
© 2010

*В.П. Лисенко,
В.М. Решетюк,
В.М. Штепа,
кандидати
технічних наук
В.М. Пуха*

*Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України*

ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Порівняно традиційну автоматизовану систему управління (АСУ) із робототехнічною системою (РС). Виявлено переваги останньої за критерієм ступеня автоматизації об'єктів. Запропоновано етапи створення РС агропромислового призначення.

Одним із найбільш дієвих способів підвищення ресурсо- та енергоефективності виробництва є створення автоматизованих систем управління як підприємств в цілому, так і окремих технологічних процесів [1].

На сьогоднішній найвищий рівень автоматизації — робототехнічні системи [2—5]. Їхня функціональна перевага над класичними АСУ полягає, передусім, у можливості автономної роботи із самостійним (без втручання оператора-технолога) виконанням специфічно людських дій: рух по приміщенню (території), можливість зміни робочих інструментів тощо.

Такі можливості робототехнічних розробок значно підвищують рівень показника автоматизації виробництва, тобто тієї частини праці з управління технологічним процесом, яка здійснюється автоматично. Згідно [6], для кожної функції управління задається коефіцієнт важливості γ_i , який визначає її відносну значущість у загальному процесі управління, а також оцінка ступеня автоматизації β_i . Значення γ_i і β_i устанавлюють за допомогою експертних оцінок [6].

Наприклад, традиційна АСУ водонагрівним котлом має такі показники автоматизації:

управління технологічними параметрами (стабілізація параметрів) — $\beta_i=0,7, \gamma_i=1$;

вимірювання, контроль стану та реєстрація технологічних параметрів (прилади за місцем) — $\beta_i=0,2, \gamma_i=1$;

контроль стану обладнання (сигналізація про відмову) — $\beta_i=0,5, \gamma_i=1$;

розрахунок техніко-економічних показників — $\beta_i=0, \gamma_i=0,5$;

аналіз технологічної ситуації оператором (за даними приладів і сигналізації відхилень) — $\beta_i=0,4, \gamma_i=0,7$;

запуск і зупинка технологічних процесів (з використанням ручного приводу та приладів за місцем) — $\beta_i=0,5, \gamma_i=1$;

оперативний зв'язок без технічних засобів — $\beta_i=0,3, \gamma_i=0,8$.

Показник рівня автоматизації P_Φ [6]:

$$P_\Phi = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \gamma_i}{\sum_{i=1}^n \gamma_i} = \frac{0,7 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 0,7 + 0,5 \cdot 1 + 0,3 \cdot 0,8}{1 + 1 + 1 + 0,7 + 1 + 0,8} = 0,44. \quad (1)$$

Отже, рівень автоматизації такого котла становить 44%.

Крім такої оцінки є оцінка відповідності рівня автоматизації можливим вимогам. Показники розраховують як відношення фактичного рівня автоматизації до оптимального:

$$S = \frac{\sum \beta_{\text{ф.і}} \cdot \gamma_i}{\sum \beta_{\text{опт.і}} \cdot \gamma_i}. \quad (2)$$

Фактичний рівень автоматизації — це величина показника рівня автоматизації, яка існує до впровадження нових програмно-апаратних засобів (ПАЗ). У нашому випадку — 44%.

Оптимальний рівень автоматизації — це той рівень, якого необхідно досягти з урахуванням максимальних можливостей ПАЗ [5]:

$$P_\Phi = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \gamma_i}{\sum_{i=1}^n \gamma_i} = \frac{0,7 \cdot 1 + 0,9 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 0,7 + 0,9 \cdot 1 + 0,9 \cdot 0,8}{1 + 1 + 1 + 0,7 + 1 + 0,8} = 0,727. \quad (3)$$

Тобто, оптимальний показник рівня автоматизації котла — 72,7%.

Виходячи з (1, 3), оцінка відповідності рівня автоматизації становитиме:

Апаратна база пілотного робота

Найменування	Кількість, шт.
Шасі з платою управління	1
Контролер АТхmega128A1	1
Датчики наближення перешкоди (датчик бампера) TCRT500	4
Піродатчик	1
Датчик вимірювання відстані GP2D12	1
Ультразвуковий сонар	1
Набір smd елементів	1

$$S = \frac{\sum \beta_{\text{фнi}} \cdot \gamma_i}{\sum \beta_{\text{опт}}} = \frac{0,7 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 0,7 + 0,5 \cdot 1 + 0,3 \cdot 0,8}{0,7 + 0,2 + 0,5 + 0,4 + 0,5 + 0,3} = 0,7584. \quad (4)$$

Тобто, відповідність рівню автоматизації за використання традиційної АСУ дорівнює 75,84%.

Традиційні АСУ в реальних виробничих умовах ніколи не можуть досягти 100-відсоткової відповідності рівню автоматизації. Переважно це пов'язано з неможливістю виконувати антропогенні дії та рухи такими системами. Також необхідно відзначити, що з розвитком і модернізацією АПЗ експертна оцінка важливості та ступеня автоматизації теж змінюватиметься згідно тренду підвищення вимог до функціональних можливостей обладнання. Отже, можна стверджувати, що стовідсоткові показники зможуть продемонструвати (максимально наблизитись) лише за умови використання повністю роботизованих комплексів. Найвідоміші сучасні розробки такого плану: конвеєрні блоки, місяце- та марсоходи, безпілотні літальні апарати, саперні комплекси тощо.

Економічний ефект застосування робототехнічних систем складається з очевидного та неочевидного компонентів.

Коефіцієнт рентабельності виробництва розраховують за формулою:

$$KР = \frac{\text{Ціна} - \text{Собівартість}}{\text{Собівартість}} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Собівартість може включати витрати на заробітну плату, податки, матеріали, енерго- та теплоносії, оренду приміщення тощо.

Застосування ж РС зменшить виплати по заробітній платі, енерго- та теплоносіях, податках. Також буде підвищена продуктивність (ефективність) технологічних процесів. Це — очевидна складова.

Неочевидна складова економічного ефекту

від застосування РС полягає у неможливості крадіжок з боку персоналу та відсутності соціальних витрат.

Однак, на сьогодні неможливо розробити власну (українську) РС, оскільки фактично не існує промислової бази для виготовлення сучасних електромеханічних компонентів роботів. Разом із тим є значні напрацювання щодо РС, які були розроблені у 50—90 рр. минулого століття багатьма вітчизняними вченими [1—6].

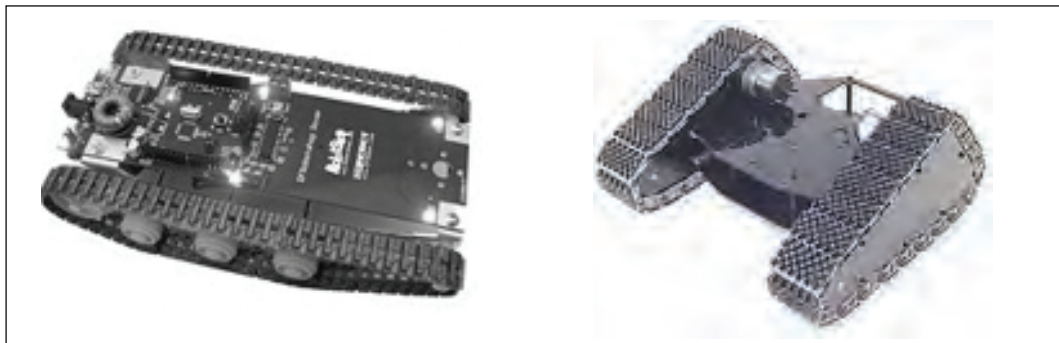
Отже, конструювання РС агропромислового призначення слід розпочати на зарубіжній апаратній базі (таблиця) із власними алгоритмічно-програмним забезпеченням та логічно-структурною схемою у кілька етапів:

- вибір технологічного призначення РС;
- налаштування мобільної частини робота (управління шасі та електромеханізмами), рисунок;
- забезпечення орієнтації у просторі;
- налаштування машинного мовлення (за необхідністю) та розпізнавання;
- синтез автономної багатопараметричної системи керування на основі штучного інтелекту.

Розробку доцільно розпочинати з пілотного уніфікованого робота, який спочатку виконуватиме елементарні завдання (переміщення, підйомні рухи тощо), а на кінцевому етапі зможе функціонувати як автономна виробнича одиниця. Подальше створення профільованих аналогів вимагатиме вибору та налаштування ПАЗ РС на певний об'єкт (технологію).

Орієнтація такого робота в просторі передбачатиме визначення перешкод на шляху, побудову карти перешкод (з допомогою сонару), можливість взаємодії з GPS та визначення алгоритмів поведінки.

Конструювання системи орієнтації в просторі реалізовуватиметься на базі контролерів XMeta (продовження архітектури AVR з більш розвинутою периферією) з подальшим оснащенням системи відповідними датчиками перешкод і ультразвуковим сонаром та створенням (відлагодженням) алгоритму побудови карти перешкод і обходу їх для виходу на кінцеву ціль. Напрацювання у цьому напрямі можна



Шасі мобільної частини пілотного робота

використовувати в системах пошуку та реєстрації об'єктів.

Для складання алгоритмів поведінки і більшої гнучкості РС доцільно оснастити 32-розрядним контролером ARM 9.

Реалізувати машинний зір можна як окрему систему з відеокамерою на базі сигнального процесора DSP (BlackFin від Analog Devices). Вона буде інтегрована з головним контролером ARM 9.

Найбільш складним є синтез автономної системи управління РС, оскільки необхідно забезпечити можливість самооновчання. Для таких цілей доцільно використати математичний апарат нейронних мереж (їхніх модифікацій).

Вартість такого обладнання — близько 7—8 тис. грн. Однак, має місце чітка тенденція суттєвого зменшення (на 20—40%) вартості компонентів уже через 1—2 роки.

Практичною сферою використання РС є

фактично весь агропромисловий комплекс України: теплиці, підприємства з переробки сільськогосподарської продукції, птахофабрики, мобільна техніка, системи безпечного водопостачання тощо.

Окремо потрібно виділити застосування безпілотних літальних апаратів агропромислового призначення: моніторинг стану угідь у режимі реального часу, оцінка впливу надзвичайних ситуацій природного та техногенного походження, допомога при оптимізації логістики підприємств.

В Україні розвиток робототехніки сільськогосподарського призначення перебуває на початковому етапі. Існують поодинокі РС: доїння корів, стрижка овець, збирання полуниць (іншої малогабаритної продукції), пакування, годівля. Розпочато лише ряд проектів для рослинництва. Однак, зазвичай, такі РС являють собою лише адаптацію зарубіжних аналогів до наших умов.

Висновки

Обґрунтування, розробка, дослідження та широке впровадження власних робототехнічних систем є перспективним та життєво необхідним напрямом розвитку аг-

ропромислового комплексу України на шляху підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку виробників сільськогосподарської продукції.

Бібліографія

1. Веселков Р.С. Детали и механизмы роботов: Основы расчета, конструирования и технологии производства/Р.С. Веселков, Т.Н. Гонтаровская, В.П. Гонтаровский. — К.: Вища шк., 1990. — 343 с.
2. Воробьев В.А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление/В.А. Воробьев, А.Г. Булгаков. — М.: Солон-Пресс; 2007. — 485 с.
3. Накано Э. Введение в робототехнику/Э. На-

кано. — М.: Мир, 1988 — 334 с.

4. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход/С. Рассел, П. Норвиг. — М.: ИД Вильямс, 2007. — 1408 с.

5. Тимофеев А.В. Адаптивные робототехнические комплексы/А.В. Тимофеев. — М.: Машиностроение, 1988. — 332 с.

6. Юревич Е.И. Робототехника/Е.И. Юревич. — Спб.: БХВ-Петербург, 2005.— 300 с.