

УДК 681.17; 681.5.015

Ю.М. Пархоменко, доц., канд. техн. наук, М.Д. Пархоменко, доц.
Кіровоградський національний технічний університет

Розробка САК змінними нормами висіву на базі сівалки СЗ-3,6

Досліджуються шляхи створення програмно-адаптивної автоматизованої системи керування змінними нормами висіву зерновими сівалками при сівбі за технологією точного землеробства. Визначається параметр та закон регулювання.
автоматизована система керування, щільність розподілу, інтенсивність, зерновий потік, точне землеробство, сівба, закон регулювання

Ю.М. Пархоменко, М.Д. Пархоменко
Кіровоградский национальный технический университет
Разработка САУ переменными нормами высева на базе сеялки СЗ-3,6

Исследуются пути создания программно-адаптивной автоматизированной системы управления переменными нормами высева зерновыми сеялками при посеве по технологии точного земледелия. Определяется параметр и закон регулирования.
автоматизированная система управления, плотность распределения, интенсивность, зерновой поток, точное земледелие, посев, закон регулирования

Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, джерелом сталого розвитку агропромислового комплексу та основою аграрного експорту. Доля пшениці, жита, ячменю та вівса від засіяної площі зернових складає 81,4%, що потребує неперервного вдосконалення процесу виробництва цих культур, одним із головних чинників якого є сівба. Вона повинна виконуватися якісно і в стислі строки. В останнє десятиліття швидкими темпами стала впроваджуватися нова технологія точного землеробства, яка передбачає не лише стабілізацію норми висіву, а і безперерйну її зміну на окремих ділянках поля в залежності від їх агрохімічних та фізико-механічних властивостей. Провідними науковими школами в системі точного землеробства України є НАУ, УкрЦВТ, ЦНДІ "Квант-Навігація", АТЗТ "Агро-Союз". Ними було створено пересувну лабораторію "Агротест-А", оснащену гідромеханічним відбірочем ґрунтових проб, супутниковою навігаційною системою автоматичної реєстрації координат і бортовим комп'ютером. Розроблено також програмно-технічний комплекс автоматизованої побудови агрохімічних карт полів, карт внесення добрив і методичне забезпечення коригування стану сільськогосподарських угідь.

Забезпечення такої технології посіву без впровадження місцевизначеного автоматизованого керування змінними нормами висіву здійснити уже не можливо. Тому розробка засобів автоматизації керування процесом висіву зернових культур і засобів ідентифікації потоку насіння на сьогодні є задачею актуальною.

Метою даної статті є дослідження шляхів створення системи автоматичного керування (САК) змінними нормами висіву за технологією точного землеробства на базі сівалки СЗ-3,6 з використанням модернізованого пристрою реєстрації та комп'ютерної ідентифікації зернового потоку.

В результаті аналітичного дослідження [1] динамічної моделі зернового потоку, що формується на виході котушкового висівного апарата сівалки СЗ-3,6А, було встановлено, що найбільш прийнятним параметром регулювання змінних норм висіву є щільність розподілу зернового потоку вздовж рядка висіву Q_M ($шт/м$)

$$Q_M(L_k, V_c, i) = Q_c(L_k, V_c, i) \cdot 3,6 / V_c, \quad (1)$$

де $Q_c(L_k, V_c, i)$ - інтенсивність зернового потоку, що визначається виразом

$$Q_c(L_k, V_c, i) = \frac{L_k \cdot \omega_k \cdot \gamma \cdot 10^{-3}}{2 \cdot A} \cdot \left[\frac{S_T \cdot \mu}{\omega_k} + \frac{d_k \cdot (1 - e^{-b_0 \cdot C_1})}{b_0} \right] \quad (2)$$

де S_T - середня за період T_j площина розвантаження сектора k - го жолобка;

ω_k - кутова швидкість обертання котушки, (рад/с);

μ - коефіцієнт заповнення жолобка;

γ - об'ємна маса посівного матеріалу, $г/дм^3$;

A - абсолютна вага 1000 шт. насіння, $г$.

Вказаний вибір обумовлений тим, що регулювання щільності Q_M ($шт/м$) можна забезпечити зміною лише одного вхідного параметру - робочої довжини котушки L_k або передаточної величини i , від яких вона залежить лінійно і не залежить від зміни швидкості руху сівалки V_c (км/год), при фіксованому значенні іншого фактору (L_k , або i). Так як швидкість руху сівалки в польових умовах є змінною величиною, то вибір в якості параметра регулювання інтенсивності $Q_c(L_k, V_c, i)$ зернового потоку приводить до необхідності регулювання в умовах нелінійності, викликаній одночасною дією двох змінних факторів: робочої довжини котушки L_k і швидкості руху сівалки V_c , при $i = const$ або передаточної величини i і швидкості V_c , при $L_k = const$, що ускладнює задачу.

Так як передаточне відношення i задається через ступеневу або безступеневу коробки передач, то для оперативного і плавного перерегулювання цієї величини необхідно внести суттєві зміни в конструкцію сівалки, що робити не бажано. Оскільки передаточне відношення i і відстань до денця котушки C_1 для кожного поля та типу посівного матеріалу встановлюються перед початком сівби і можуть залишатися незмінними для усіх ділянок поля до її завершення, то щільність розподілу Q_M ($шт/м$) можна розглядати як лінійно залежну від робочої довжини котушки L_k функцію

$$Q_M = b_m \cdot L_k, \quad (3)$$

де b_m - умовно постійний коефіцієнт пропорційності, залежний від передаточної величини i , відстані до денця котушки C_1 , конструктивних параметрів висівної системи та посівного матеріалу (1, 2).

За результатами аналізу можливостей засобів реєстрації зернового потоку, результатів дослідження методів та засобів регулювання щільності розподілу зерна вздовж рядка висіву Q_M та виміру швидкості руху сівалки, а також структури апаратно-програмного комплексу, призначеного для проведення місцевизначеної сівби, запропонованого вченими національного аграрного університету (м. Київ) [2], було досліджено можливість використання модифікованого засобу реєстрації зернового потоку в САК процесом висіву за технологією точного землеробства на базі сівалки СЗ-3,6.

Апаратна частина проектуємої САК (рис. 1) включає: бортовий комп'ютер з дисплеєм; ГСП-приймач; технологічну карту-завдання змінних норм висіву на електронному носіїві (картограму сівби); датчик швидкості руху сівалки; датчик

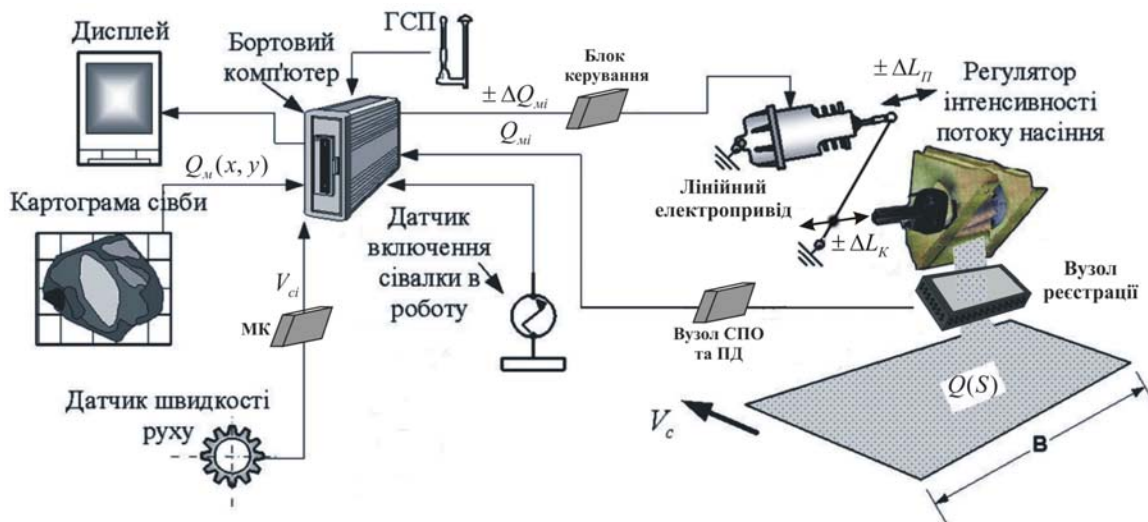


Рисунок 1 - Загальна структура САК процесом висіву при точному землеробстві

включення сівалки в роботу; вузол реєстрації та вузол синхронізації, попередньої обробки та передачі даних, які входять до складу системи комп'ютерної ідентифікації (СКІ) і відіграють роль зворотнього зв'язку; лінійний електропривід з блоком керування та важелем подачі валу висівних апаратів сівалки.

Функції блока обробки вхідних даних та формування поточних значень щільності розподілу зерна покладаються на бортовий комп'ютер. В цілому, описаний комплекс представляє собою замкнену динамічну САК, принцип роботи якої наочно

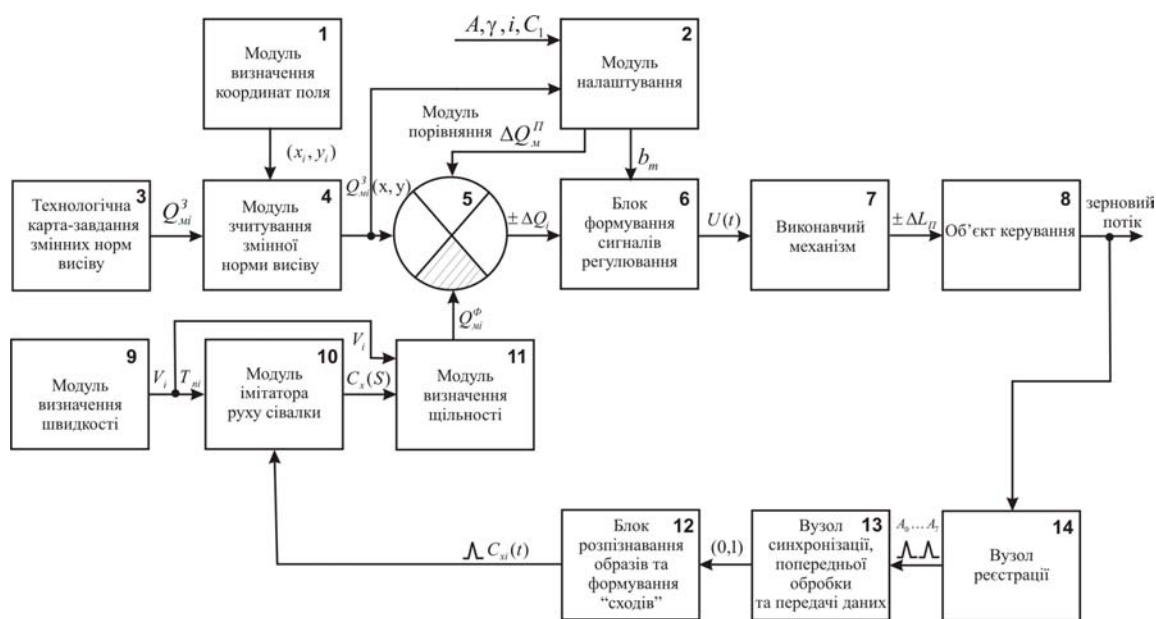


Рисунок 2 - Функціональна схема роботи автоматизованої системи керування процесом висіву

ілюструє функціональна схема (рис. 2).

Перед початком сівки, на сівалці за допомогою редуктора встановлюється передаточна величина i приводу висівних апаратів, розрахована на мінімально допустиму задану норму висіву $Q_{min}^3 \text{ кг/га}$. Робоча довжина котушок висівних апаратів L_k може бути довільною. Не менше ніж за 10÷20 метрів до початку сівки вмикається електроживлення ($U = \pm 12 \text{ В}$) системи керування процесом висіву. При цьому активізується робота програмних модулів №1÷3, №8÷13 (рис. 2). Аналогові сигнали

$A_0 \dots A_7$ з виходу вузла реєстрації 14 поступають на вхід вузла синхронізації, попередньої обробки та передачі даних 13, з виходу якого зформований двійковий код зображення рядка реєстрації через USB – порт бортового комп'ютера поступає в блок розпізнавання образів та формування «сходів» 12. Зформовані блоком 12 сигнали «сходження» зерна $C_{xi}(t)$ надходять до модуля – імітатора руху сівалки 10, з виходу якого сигнали «сходження» $C_x(S)$, узгоджені з швидкістю руху сівалки $V_{ci}(m/c)$, поступають в модуль 11 - визначення щільності розподілу зерна вздовж рядка висіву $Q_{mi}^\Phi(шт/м)$. Визначені ГСП-приймачем координати МТА узгоджуються з картографією поля (модуль 1), в результаті чого формуються місцевизначені координати (x_i, y_i) сівби, які надходять до модуля зчитування 4. З моменту подачі живлення вмикається в роботу датчик виміру швидкості руху сівалки, за сигналами якого на виході мікропроцесорного модуля 9 через кожний фіксований інтервал шляху $S = 10m$, пропорційний заданій $N_z = k \cdot S$ кількості імпульсів датчика, визначається поточний термін часу $T_{Pi}(c)$ проходження сівалкою вказаної відстані S і формується сигнал-запит до бортового комп'ютера на передачу отриманих даних.

По сигналу-запиту від модуля швидкості 9 програма обробки переривання: зчитує значення $T_{Pi}(c)$; визначає поточну швидкість сівалки $V_{ci}(m/c)$; корегує значення швидкості в модулі-імітаторі руху сівалки 9; зчитує кількість K_i (шт) зареєстрованих модулем 10 за період $T_{Pi}(c)$ «сходів» зернин $C_x(S)$; розраховує інтенсивність зернового потоку за формулою $Q_{ci}^\Phi = K_i / T_{Pi}$ (шт/с); визначає щільність розподілу зерна $G_{mi}^\Phi = Q_{ci}^\Phi / V_{ci}$ (шт/м) і формує ознаку наявності даної величини на виході модуля 11; за координатою місцевизначеної сівби (x_i, y_i) (модуль 1) зчитує з технологічної карти-завдання 3 величину змінної норми висіву Q_{mi}^3 (шт/м) і формує ознаку наявності даної величини на виході модуля 4.

Модуль порівняння 5 працює лише при ввімкненому датчику включення сівалки в роботу. Цей датчик вмикається одночасно з приводом обертання валу висівних апаратів сівалки під дією механізму опускання сошників, який вмикає тракторист перед початком сівби. Під час розвороту або після завершення сівби тракторист вмикає механізм піднімання сошників, який вимикає привід обертання валу висівних апаратів сівалки і датчик висіву, що приводить до блокування роботи модуля порівняння. При появи на вході модуля порівняння ознак наявності фактичної Q_{mi}^Φ та заданої Q_{mi}^3 норм висіву, визначається величина відхилення першої від другої ($\pm \Delta Q_i = Q_{mi}^3 - Q_{mi}^\Phi$), значення якої передається до блоку формування сигналів регулювання 6.

Для того, щоб привести фактичну норму висіву до заданої, необхідно скорегувати робочу довжину катушок висівних апаратів в ту або іншу сторону на величину $\pm \Delta L_k$ (мм), пропорційну відхиленню $\pm \Delta Q_{mi}$ (4).

$$\Delta Q_{mi} = b_m \cdot \Delta L_{ki}; \quad \Delta L_{Pi} = V_{Pi} \cdot \Delta T_i; \quad \Delta T_i = a_1 \cdot \Delta L_{ki} / V_{Pi} = a_1 \cdot \Delta Q_{mi} / b_m \cdot V_{Pi} \quad (4)$$

Щоб здійснити це переміщення на вхід лінійного електроприводу 7 необхідно подавати, за принципом широтно-імпульсної модуляції, напругу заданої полярності $U(t) = \pm 12V$ протягом терміну перерегулювання ΔT_i , пропорційному величині переміщення $\pm \Delta L_k$ (мм) та відхилення $\pm \Delta Q_{mi}$ (4). Згідно з цим положенням, в блоці 6 спершу визначається термін перерегулювання ΔT_i та напрямок переміщення передачі гвинт-гайка (вперед – «+»), назад – «-»), а потім виконується послідовність команд,

направлених на вироблення визначеного набору керуючих дій, які забезпечують комутацію та терміни подачі напруги на обмотки двигуна електроприводу через мостові схеми з силовими ключами.

Комутована блоком 6 напруга $U(t) = \pm 12V$ подається на протязі терміну перерегулювання ΔT_i до виконавчого механізму – лінійного електроприводу з передачею гвинт-гайка та важелем переміщення валу висівних апаратів. В результаті цих дій робоча довжина котушок висівних апаратів змінюється на величину $\pm \Delta L_k$ (мм), що призводить до зміни щільності розподілу зернового потоку ($Q_m^{\phi} = Q_m^3$), який виступає в якості об'єкта управління. Через кожний фіксований інтервал шляху ($S = 10m$) ця процедура повторюється.

Закон регулювання розглянутої САК на кожному з інтервалів перерегулювання $j = 0, 1, 2 \dots k$ визначається функцією

$$Q_m^p(S_{j,i}) = \begin{cases} Q_m^{\phi}(S_{j,i}), & \text{якщо } |Q_m^{\phi}(S_{j,i}) - Q_m^3| < \Delta Q_m^{\Pi} \\ Q_m^{\phi}(S_{j,k}) \mp \Delta Q_m^{\Pi}, & \text{якщо } |Q_m^{\phi}(S_{j,k}) - Q_m^3| \geq \Delta Q_m^{\Pi} \end{cases} \quad (5)$$

де $i = 0, 1, 2 \dots k$ - індекси поточних $S_{j,i}$ та кінцевої $S_{j,k}$ координат виміру щільності $Q_m^{\phi}(S_{j,i})$ усередині j -го інтервалу;

$\pm \Delta Q_m^{\Pi}$ - заданий поріг регулювання (межа відхилення поточної щільності $Q_m^{\phi}(S_{j,i})$ від заданої норми висіву Q_m^3).

Крім підвищення якості сівби, впровадження системи автоматичного регулювання виключає необхідність передпосівного налаштування сівалки на задану норму висіву, так як ця операція виконується автоматично на перших же метрах сівби, шляхом запрограмованого перерегулювання через кожний оберт опорно-привідного колеса сівалки.

Список літератури

1. Пархоменко Ю.М. Визначення математичної моделі процесу формування зернового потоку на виході котушкового висівного апарата / Ю.М. Пархоменко, В.О. Кондратець, М.Д. Пархоменко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодерж. міжвідомч. наук.- техн. зб-к. – Кіровоград: КНТУ. – 2011. Вип.№41. – С. 62-68.
2. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г. Моделювання адаптивних технологічних процесів місцевизначеного землеробства //Звіт про НДР НАУ, №0103U005909 – Київ, 2007. – 65с.
3. Пархоменко Ю.М. Дослідження підходів до реалізації пристрою реєстрації та ідентифікації зернового потоку // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий наук. техн. збірник. – Кіровоград КНТУ. – 2007. Вип.№37, – с. 126-131.

Yuriy Parhomenko, Mikhail Parhomenko

Kirovograd National Technical University.

Development of ACS variable rates based on seed drills SZ-3,6

The purpose of this paper is to investigate ways to create automatic control system (ACS) variable seeding rates for precision farming technology based drills SZ-3, 6 using the upgraded device registration and authentication of computer grain flow.

The ways of creating software and adaptive automated control system for variable seed rate at sowing grain drills for precision farming technology are investigated. The parameter and the control law are determined.

The hardware of the automatic control system developed includes trip computer with display, GSP receiver, routing -problem variable seed rates on an electronic medium (sowing map) Sensor speed drills, drills sensor included in the work; node registration and node synchronization preprocessing and data that make up the computer system identification (CCI) and play the role of feedback, line of electric control unit and lever feed shaft drill seeding machines. Function block incoming data and the formation of the current values of the density

distribution of grain rely on the onboard computer. Overall, the described set is a closed dynamic ACS.

In addition to improving the quality of sowing, the introduction of automatic control eliminates the need for preplant setting drills seed set rate, as this is done automatically on the first meters sowing by overshoot the programmed through each turn of the supporting-wheel drive drills.

automatic control system, density of definition, intensity, seed flow, precision agriculture, sowing, the law of regulation

Одержано 25.10.13

УДК 631.313

А.М. Семенюта, директор

ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор-Січ»

Б.А. Волик, доц., канд. техн. наук

Дніпропетровський державний аграрний університет

В.О. Дубовик, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Результати польових випробувань дискового плуга, адаптованого для роботи в умовах півдня України

В статті обґрунтовано доцільність використання дискового плуга в складних ґрунтових умовах, де використання полицевого плуга є проблематичним. На основі аналітичних досліджень запропонована конструкція і наведені раціональні параметри плуга для умов півдня України. Особливість запропонованого конструктивного рішення полягає в тому, що диски плуга встановлені з можливістю зміни кутів постановки до вертикалі і напрямку руху. Це дозволяє отримувати наперед обумовлені показники якості розпушення ґрунту в різних ґрунтових умовах. Наведені результати експериментальних досліджень підтверджують основні положення виконаних аналітичних досліджень.

обробіток ґрунту, плуг дисковий, раціональні параметри, якість розпушення

А.Н.Семенюта

ДП «Гуляйпольский механический завод» ПАТ «Мотор-Сич»

Б.А.Волик

Днепропетровский государственный аграрный университет

В.А. Дубовик

Кировоградский национальный технический университет

Результаты полевых исследований дискового плуга, адаптированного для работы в условиях юга Украины

В статье обоснована целесообразность использования дискового плуга в сложных ґрунтових умовах, где использование лемешно-отвального плуга проблематично. На основе аналитических исследований предложена конструкция и приведены рациональные параметры плуга для условий юга Украины. Особенность предложенного конструктивного решения заключается в том, что диски плуга установлены с возможностью изменения углов постановки к вертикали и направлению движения. Это позволяет получать заранее оговоренные показатели качества разрыхления почвы в различных почвенных условиях. Приведенные результаты экспериментальных исследований подтверждают основные положения выполненных аналитических исследований.

плуг дисковий, углы постановки диска, качество крошения