



# Механізація, електрифікація

УДК 631.331

© 2016

*В.П. Горобей,*

*кандидат  
технічних наук*

*НВО «Селта»  
Національний науковий  
центр «Інститут механізації  
та електрифікації  
сільського господарства»*

## **СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО СЕЛЕКЦІЙНО-НАСІННИЦЬКОЇ СІВБИ З УМОВНИМИ ЕТАПАМИ РОБІТ**

**Мета.** Підвищити ефективність процесу сівби на селекційно-дослідних ділянках, забезпечивши певні функціональні залежності між змінними складовими параметрами. **Методи.** Визначення дескриптивної та динамічної складності системи для оцінки кількості її елементів і різноманітності взаємодії між ними. Системний аналіз складових змінних параметрів технології селекційно-насінницької сівби проводять цілеспрямованою зміною зовнішніх дій на вході та аналізом реакцій на виході. **Математичного моделювання.** **Результати.** Для знаходження причинно-наслідкових зв'язків сівалку розглянуто як підсистему, найважливішими елементами якої є висівний апарат, привід висівного апарату і висівний робочий орган. Відповідно до технологічного процесу висіву насіння ці елементи взаємодіють послідовно, а варіанти функціонування кожного з них розглянуто паралельно. **Висновки.** Наведений системний підхід до селекційно-насінницької сівби на дослідних ділянках обґрунтовує застосування системи електронного автоматичного управління висівним апаратом, комбінованих робочих органів для рядкової сівби насіння за традиційною технологією, комбінованих робочих органів для розкидної сівби насіння в ґрунт з мінімальним обробітком, універсальних сошникових вузлів, параметри яких визначаються досліджуваною технологією, конструктивних та конструктивно-компонувальних частин сівалок.

**Ключові слова:** сівалка, селекція, технологія, система, процес, структура, елемент, модель, вектор-функція, параметр.

За порівняно невеликої площі (25 – 100 га), відведеної для селекційно-дослідних робіт, кількість однорядкових ділянок в одній установі може становити майже 70 тис. [1]. Аналіз негативних тенденцій, що мають місце у сфері селекції та насінництва в Україні, свідчить про те, що однією з причин слабкої

конкурентоспроможності вітчизняних сортів, гібридів та насінневої продукції є низький рівень технологій і технічного забезпечення [5]. Основна проблема, пов'язана з виробництвом селекційної техніки, полягає в тому, що різних типорозмірів машин потребується багато, а загальна кількість кожного типу, необхідна

для повного забезпечення потреби в них селекційно-дослідних установ, порівняно мала через високу вартість машин [6]. Для забезпечення різних варіантів схем сівби на різних стадіях селекції і первинного насінництва потрібно мати посівні машини різних типорозмірів залежно від кількості висіяного насіння і типу розсадника відповідно до прийнятих умовних етапів селекційно-насінницьких робіт. На 1-му етапі селекційних робіт потрібне точне розкладання насіння через 5 см у рядку для засівання колекційних і гібридних розсадників, на 2-му — проводять рядовий висів потомства окремих рослин чи суцвіть (до 500 шт. насіння) на одно- чи багаторядкових ділянках, на 3-му — на багаторядковій ділянці, з яких складаються розсадники, висівають насіння, отримане з пучка рослин 2-го етапу, тобто в усі рядки ділянки висівають насіння одного і того самого сорту, на 4-му етапі здійснюють рядовий висів насіння зернових, зернобобових і круп'яних культур на ділянках конкурсного сортовипробування і попереднього розмноження нових сортів. Дослідження селекційних сівалок різних конструкцій показало, що типаж сівалок 2-, 3- і 4-го етапів селекційних робіт можна звести до 2-х основних типів за шириною захвату: перший — з колією, що змінюється в межах 110–150 см, і другий — з колією 160–200 см. Кожний із цих типів має містити 2 підтипи: А — сівалки для сівби без проміжків і В — сівалки для сівби з проміжками [2]. Селекційні сівалки відомих виробників для досліджень за сучасними енергоощадними технологіями комплектуються, як правило, робочими висівними органами промислових машин, які серійно випускають. Вітчизняні сівалки, розроблені на початку 2000-х років, випробувані і виготовлялися невеликими партіями для зернових та зернобобових культур: сівалка селекційна касетна автономного розподілу для 2-го етапу, сівалка касетна центрального розподілу для 3-го етапу і сівалка навісна селекційно-насінницька для 4-го етапу [3] потребують модернізації по елементній базі і конструктивно для забезпечення селекціонерами дослідних робіт під час впровадження сортів за новими технологіями. Традиційна розробка окремо взятих питань у галузі сільськогосподарського виробництва є неефективною. Лише системний аналіз елементів у поєднанні з математичним моделюванням дає змогу оптимізувати систему машин сільськогосподарського виробництва та її застосування за максимального скорочення номенклатури потрібних машин

і знарядь через уніфікацію, універсалізацію, комбінування, розробку змінних робочих органів до базових агрегатів на основі застосування уніфікованих технологій [4, 10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Якість сівби має дуже великий вплив на отримання врожаю. Для забезпечення високої якості сівби слід рівномірно розподілити насіння по площі, при цьому глибина висіву насіння має бути однаковою. Кожній рослині має бути відведена потрібна для неї площа живлення. Науковими установами і багаторічною господарчою практикою точно встановлено кількість насіння, яку потрібно висіяти для отримання найбільшого врожаю. Зі зменшенням, а часто і зі збільшенням норми висіву врожай знижується. Крім того, за недотримання агротехнічних вимог непродуктивно втрачається цінний посівний матеріал [8, 12]. Сівба насіння на дослідних ділянках є найзатратнішою операцією серед інших селекційно-насінницьких робіт. Методика селекції і первинного насінництва передбачає порівняння численних зразків насіння чи рослин різного походження і відбір. При цьому зразки, що поступаються контролю за якістю досліджуваних ознак, відбраковують, а кращі — розмножують. З останніми проводять подальшу роботу безпосередньо до передачі насіння у виробництво. Порівняння зразків за продуктивністю окремих рослин, за загальною врожайністю з ділянки чи іншими корисними ознаками можливе лише при забезпеченні однакових умов їх вирощування. Одним із важливих факторів є адекватне розміщення на ділянках, які порівнюють. На перших етапах селекції (гібриди, мутанти, відбори та ін.), коли висівають окреме насіння та його перші потомства, потрібно для всього насіння забезпечити однакові площі живлення з рівними геометричними розмірами. Зі збільшенням кількості насіння в зразках, тобто на наступних етапах, вимоги до точності розкладання насіння наближаються до виробничих. При цьому глибина висіву і розташування насіння в рядках, розподілення його на площі порівнюваних ділянок мають відповідати вимогам адекватності. Посівні машини в однакових умовах забезпечують однакову якість розміщення насіння, але в селекції повністю виключається можливість використання виробничих машин, особливо на ранніх етапах і в первинному насінництві [7]. Збереження цілісності насіння, здатність висіву невеликих зразків (10–100 насінин) до останнього зерна на певну довжину рядка чи з дотриманням

заданої пометрової норми висіву, надійність і легкість очищення висівних апаратів від залишків насіння, повне виключення змішування зразків — це неповний перелік додаткових вимог. А також, якщо врахувати, що розміри, вага, форма і властивості поверхні численних зразків насіння навіть однієї культури варіюють у широкому діапазоні, зі створенням надійної, простої і досить дешевої селекційної посівної машини виникають складнощі.

Організаційно-технічні системи є динамічними і мають властивості адаптивності, стабільності, сумісності та певною мірою властивість оптимізації, що виявляється в пристосуванні до середовища. Через наявні обмеження таких систем має місце тенденція до посилення оптимізації, що виявляється в необхідності оптимізації структури, функцій, мінімізації затрат на розвиток, у зростанні ефективності систем [11].

**Мета досліджень** — підвищити ефективність процесу сівби на селекційно-дослідних ділянках, забезпечивши певні функціональні залежності між змінними складовими параметрами.

**Методика досліджень.** Визначення дескриптивної та динамічної складності системи для кількості її елементів і різноманітності взаємодії між ними. Системний аналіз складових змінних параметрів технології селекційно-насінницької сівби проводять цілеспрямованою зміною зовнішніх дій на вході та аналізом реакцій на виході. У технологічній моделі функціонування системи селекційно-насінницьких посівів показники якості селекційних робіт на всіх етапах селекції тісно пов'язані з імовірністю знаходження в допустимих межах умов роботи і технологічних режимів роботи сівалки. Для знаходження причинно-наслідкових зв'язків і математичного моделювання сівалку розглянуто як підсистему. Розроблена модель функціонування системи селекційно-насінницьких посівів створює передумови для визначення технологічних допусків якості роботи сівалки в умовах її нормального функціонування.

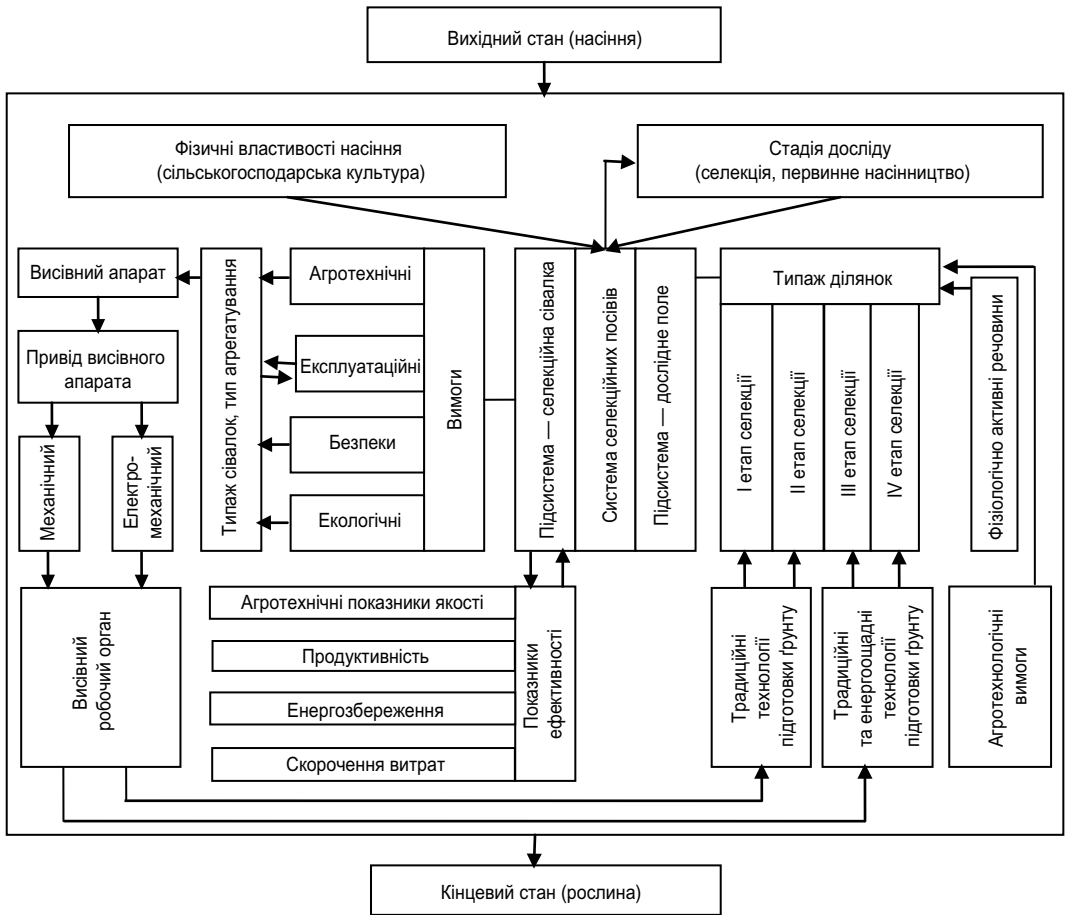
**Результати досліджень.** За створення системи селекційно-насінницьких посівів враховано структурні і функціональні аспекти. Насамперед вона була представлена як дослідницька модель. Для досліджень системи брали показники, що вимірюються і порівнюються між собою так, щоб з'явилася можливість порівнювати між собою різні варіанти стратегій (способів досягнення поставленої

мети). Найважливішими показниками, що визначалися методами системного аналізу, є: дослідження ефективності нових способів приводу висівного апарату; розробка висівних робочих органів; аналіз за показниками ефективності взаємодії робочих органів з новими конструктивними рішеннями із ґрунтом за різними технологіями (тягового опору, норми висіву, глибини висіву та ін.).

Структурну схему взаємозв'язків основних складових елементів у системі процесу селекційно-насінницьких посівів, побудовану на основних ідеях методології системного аналізу [11], наведено на рис. 1. Фізичні властивості насіння сільськогосподарської культури і стадія дослідження (селекція чи первинне насінництво) є визначальними для організаційно-технічної системи. Зв'язки елементів можуть бути одно- і двосторонніми, тобто прямими і зворотними, коли елементи впливають один на одного. Систему посівів на селекційно-насінницьких ділянках доцільно представити у вигляді підсистем: сівалка і дослідне поле. Складовими елементами підсистеми — сівалка є забезпечення умов для виконання вимог, насамперед агротехнічних, експлуатаційних, пов'язаних із типом сівалок для сівби насіння без проміжків і з проміжками, висівним апаратом автономного і центрального розподілення насіння, характером його приводу і конструктивними особливостями висівного робочого органу. Головними елементами підсистеми — дослідне поле є прийнятий у селекційно-насінницькій практиці регламентований типаж ділянок для виконання посівів без проміжків і з проміжками, селекційно-насінницької роботи з шириною ділянок, міжрядь, міжпосівних і міжділянкових доріжок, шириною колії, ділянки зі змінними фізико-механічними властивостями ґрунту.

Враховано застосування фізіологічно активних речовин — регуляторів росту: фітогормонів, гербіцидів, ретардантів, дефоліантів, десикантів, регуляторів дозрівання та спокою рослин і насіння та активаторів (стимуляторів росту).

Процес рядового висіву насіння в селекції сільськогосподарських культур характеризується великою кількістю змінних параметрів і проходить нестабільно через зміну рівномірності глибини висіву насіння, фізико-механічних властивостей ґрунту, обмежень механічного регулювання висівного апарату та інших факторів. Тому застосування системи автоматичного управління висівом насіння,



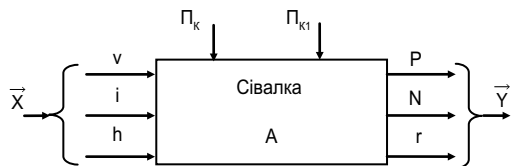
**Рис. 1. Структурна схема системного процесу селекційно-насінницьких посівів**

забезпечення сталості глибини висіву з використанням енергоощадних факторів може підвищити його ефективність. Основними показниками, що характеризують ефективність системи процесів селекційно-насінницьких посівів сільськогосподарських культур, є агротехнічні показники якості, продуктивність, енергозбереження, скорочення витрат.

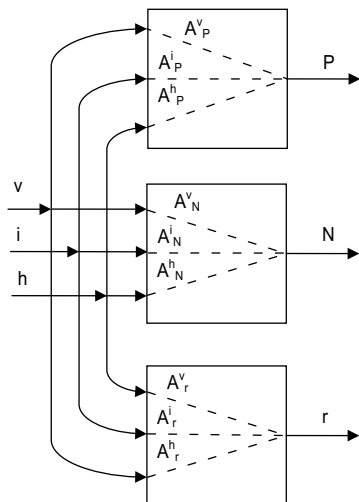
Для вивчення властивостей окремих елементів параметрів і умов сівби систему можна вважати розімкнутою. Можна розглянути властивості елемента через установлення залежності між вхідними і вихідними параметрами. Розглянемо модель функціонування сівалки у вигляді однієї підсистеми (рис. 2).

На вході моделі діє вектор-функція  $\bar{X}$  режимів роботи сівалки, складовими якої є швидкість руху сівалки  $v$ , передавальне відношення приводу висівного апарату  $i$ , глибина висіву

насіння  $h$ . Вихідні параметри представлені вектором-функцією  $\bar{Y}$  показників роботи сівалки: тяговий опір  $P$ , норма висіву  $N$ , рівномірність висіву  $r$ . Враховані процеси спрямовані передусім на енергозбереження і підвищення ефективності процесу висіву, конструктивно-технологічні  $P_k$  і кінематичні параметри  $P_{k1}$  сівалки [13]. Для оцінки якості роботи сівалки схему її моделі доповнено вектором  $\bar{Y}=\{P, N, r\}$ , який регламентує роботу машини.



**Рис. 2. Модель функціонування сівалки у вигляді однієї підсистеми**



**Рис. 3. Модель функціонування сівалки у вигляді 3-х підсистем**

Найважливішими елементами сівалки як підсистеми є привід висівного апарату, висівні апарат і робочий орган. Відповідно до технологічного процесу висіву насіння ці елементи взаємодіють послідовно, а варіанти функціонування кожного з них зображено паралельно.

Для детального аналізу розглянемо модель функціонування сівалки, представлену у вигляді 3-х підсистем, кожна з яких має по 1-му виходу P, N, r і 3 входи v, i, h (рис. 3).

Розроблена модель функціонування системи селекційно-насінницьких посівів створює передумови для визначення технологічних допусків якості роботи сівалки в умовах її нормального функціонування.

Відповідно до ГОСТ 21878–76 оператор системи визначає установку, за якої кожній реалізації вхідного сигналу однозначно чи взаємодозначно відповідає реалізація вихідного

сигналу. Для моделі функціонування сівалки з 3-ма підсистемами за такого визначення оператора можна записати співвідношення:

$$\begin{aligned} P &= A^v_P (v + A^i_{P_i} + A^h_{P_h}); \\ N &= A^v_N (v + A^i_{N_i} + A^h_{N_h}); \\ r &= A^v_r (v + A^i_{r_i} + A^h_{r_h}). \end{aligned} \quad (1)$$

Для ідентифікації статистичних моделей використовують регресійний аналіз. Розглянемо багатомірну модель сівалки у вигляді одномірних моделей, використовуючи принцип суперпозиції. Оператора A можна визначити сукупністю часткових операторів у разі, коли на «вході» і «виході» по 3 змінних — відповідно v, i, h і P, N, r:

$$A = \{A^{(1)}, A^{(2)}, A^{(3)}, A^{(4)}, A^{(5)}, A^{(6)}, A^{(7)}, A^{(8)}, A^{(9)}\}. \quad (2)$$

Отже, багатометричну регресійну модель технологічного процесу роботи сівалки з 3-ма вхідними і вихідними змінними можна представити у вигляді системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} m_{P/v} &= a_{vP} + b_{vP} \cdot v \\ m_{N/v} &= a_{vN} + b_{vN} \cdot v \\ m_{r/v} &= a_{v_r} + b_{v_r} \cdot v \\ m_{P/i} &= a_{iP} + b_{iP} \cdot i \\ m_{N/i} &= a_{iN} + b_{iN} \cdot i \\ m_{r/i} &= a_{i_r} + b_{i_r} \cdot i \\ m_{P/h} &= a_{hP} + b_{hP} \cdot h \\ m_{N/h} &= a_{hN} + b_{hN} \cdot h \\ m_{r/h} &= a_{h_r} + b_{h_r} \cdot h \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Коефіцієнти регресійних рівнянь визначаються експериментально з математичною обробкою на ПК. Отриману регресійну модель можна використовувати для оптимізації конструктивних параметрів селекційних сівалок і технологічних параметрів процесу висіву селекційного насіння.

## **Висновки**

Запропоновано новий напрям, суть якого полягає в розробці і реалізації системи селекційно-насінницького висіву насіння для ефективного використання технологічних особливостей з метою створення високопродуктивних енергоощадних селекційних сівалок. Наведений системний підхід до селекційно-насінницької сівби на дослідних ділянках обґрунтовує застосування в селекційних сівалках системи

електронного автоматичного управління катушковим висівним апаратом, комбінованих робочих органів для рядкової сівби насіння в підготовлений ґрунт за традиційною технологією та для розкидної сівби насіння з мінімальним обробітком ґрунту, універсальних сошникових вузлів, що комплектуються залежно від вимог досліджуваних технологій, конструктивних і конструктивно-компонувальних частин сівалок [10–16].



## Бібліографія

1. Анишкин В.И. Механизация опытных работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве зерновых и зернобобовых культур/В.И. Анишкин, Ю.Ф. Некипелов. — М.: ВИМ, 2004. — 200 с.
2. Гайфулин А.Х. Унификация размеров и других параметров делянок для механизации селекционных работ/А.Х. Гайфулин//Селекция и семеноводство. — 1974. — № 5. — С. 51–57.
3. Горобей В.П. Селекційна техніка для зернових і зернобобових культур/В.П. Горобей, М.К. Лінник// Вісн. аграр. науки. — 2012. — № 11. — С. 49–53.
4. Дринча В.М. Концептуальные и методологические аспекты стратегии развития механизации сельского хозяйства/В.М. Дринча. — М.: Россельхозакадемия, 2003. — 60 с.
5. Макрушин М.М. Насінництво (методологія, теорія, практика): підручник/М.М. Макрушин, С.М. Макрушина. — Сімферополь: ВД «АРИАЛ», 2012. — 536 с.
6. Машины и лабораторное оборудование для селекционных работ в растениеводстве: справ. пособие под ред. В.М. Дринчи. — Воронеж: НПО «МОДЭК», 2010. — 432 с.
7. Механизация опытных работ в растениеводстве/Д.Б. Дунаевский, Е.Н. Конюшков, Н.И. Филинков, В.П. Пьяных. — М.: Всесоюз. НИИ информации и техн.-эконом. исследований по сельскому хозяйству. — 1971. — 125 с.
8. Механизация полеводства; под ред. А.Н. Карпенко. — М.: Гос. изд.с.-х. лит.-ры, 1958. — 533 с.
9. Пат. Україна, МПК А 01 С 7/00 Сівалка навісна селекційна касетна СНСК-6/В.П. Горобей, М.А. Литвиненко, В.М. Булгаков, А.М. Макаліш, С.С. Старчиков. — № а201405420; заявл. 21.05.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24.
10. Перспективные направления научных исследований в области механизации сельского хозяйства/М.С. Рунчев, Э.И. Липкович, Ю.М. Сисюкин и др.// Системный анализ в разработке механизированных сельскохозяйственных технологий: сборник научных трудов. — зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1984. — С. 3–13.
11. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров/В.Н. Романов. — СПб.: СЗГЗТУ, 2006. — 186 с.
12. Сысолин П.В. Почвообрабатывающие и посевные машины: история, машиностроение, конструирование/П.В. Сысолин, Л.В. Погорилый. — К.: Феникс, 2005. — 264 с.
13. Теоретичні основи колювання зубчастого сошника селекційної сівалки/В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, Ш.В. Головач, В.П. Горобей//Механізація та електрифікація сільського господарства. — Вип. 1(100). — Глеваха, 2015. — С. 10–21.

Надійшла 6.04.2016.

## ОГОЛОШЕННЯ

**Інститут продовольчих ресурсів  
Національної академії аграрних наук України оголошує прийом  
до аспірантури на 2016 рік з відривом від виробництва  
за спеціальностями:**

162 — біотехнології та біоінженерія;  
181 — харчові технології;  
051 — економіка.

До заяви на ім'я директора інституту слід додати такі документи:  
особовий листок з обліку кадрів із фотокарткою, завірений за місцем роботи;  
автобіографію;  
список опублікованих наукових праць і винаходів або реферат з обраної наукової спеціальності;  
медичну довідку про стан здоров'я за формою № 286-у;  
копію диплома про закінчення вищого навчального закладу із зазначенням одержаної кваліфікації спеціаліста або магістра та копію залікової відомості; посвідчення про складання кандидатських іспитів (за наявності).  
Паспорт і диплом про вищу освіту подаються вступником особисто.  
Вступні іспити зі спеціальної дисципліни, філософії та іноземної мови будуть проведені у вересні 2016 року.

**Прийом документів до 15 вересня 2016 р.  
за адресою:**

**02660 м. Київ, вул. М. Раскової, 4-А.**

Довідки за телефоном:

**517-09-19, 517-26-88**