

УДК 631.331.001.4.041

*В.М. Жалоба, аспірант ПДАТУ*

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ СІВБИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

*Викладено системний аналіз технологічних комплексів сівби озимої пшениці, який є достатньо доступним методом багатокритеріального вибору із застосуванням інтегрального критерію відстані до цілі, а його обґрунтовані дані та оцінка степеня наближення до ідеалу кожної з вихідних множин альтернативних варіантів забезпечує оптимізацію технологічних комплексів машинно-тракторних агрегатів.*

**Ключові слова:** системний аналіз, сівба, озима пшениця, машинно-тракторний агрегат, багатокритеріальний аналіз.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Сучасне сільськогосподарське виробництво базується на інтенсивних технологіях із всебічним використанням техніки. Соціальні проблеми, наростання екологічного навантаження, становлення нових економічних відносин вимагають різкого підвищення частки інтелектуальної функції в діяльності спеціалістів аграрного профілю.

Складні соціальні проблеми соціального, екологічного та економічного характеру практично не можливо вирішати без творчої цілеспрямованої діяльності всіх спеціалістів аграрного сектору.

Існує потреба забезпечити систему єдність людини, техніки, технології і природного середовища, знизити негативні наслідки машинних технологій, активізувати використання наявних резервів виробництва і розвивати ресурсозберігаючі екологічно сприятливі технології. Рішення є специфічним результатом діяльності фахівця, втіленням знань і досвіду. Від їх якості суттєво залежать кінцеві результати виробництва, рівень техногенних впливів на природне середовище. Тому рішення повинні бути достатньо обґрунтованими з позицій системного підходу [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Академік В.П. Горячкін свого часу прийшов до висновку: "...Вибір основних, головних елементів досліджень. Це задача є найбільш важкою і від вдалого вибору елементів залежить успіх досліджень. Потрібно пам'ятати, що всяке явище надзвичайно важко визначається множиною елементів, із яких потрібно вибирати тільки необхідні і достатні" [3].

Дослідженнями різних методів і прийомів обґрунтування інженерних рішень та оптимізації технологічних комплексів займалися академік УААН професор Л.В. Погорілий [4], професори М.А. Голубець і Д.Г. Войтюк [5], а також вчені-дослідники Е. Мушик і П. Мюлер [6].

Однак системний аналіз технологічних комплексів машинно-тракторних агрегатів потребує подальшого дослідження та поглибленої розробки.

**Постановка завдання.** Одним із досить доступних методів багатокритеріального вибору є застосування інтегрального критерію відстані до цілі. Його суттєво обґрунтовані дані до ідеалу та оцінки степеня наближення до нього кожної з вихідних множин альтернативних варіантів дозволяють обґрунтувати технологічні комплекси машинно-тракторних агрегатів.

Мета статті полягає у проведенні системного аналізу технологічних комплексів, що використовується для сівби озимої пшениці.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Сучасний підхід до обґрунтування рішень часто викликає необхідність застосовування для оцінки альтернативних рішень декількох критеріїв. Багатокритеріальність проявляється особливо чітко при розробці та реалізації дорогих проектів. У таких випадках необхідно враховувати не менше чотирьох критеріїв, а саме:

- а) корисність (функціональні критерії);
- б) сукупна вартість;
- в) строк реалізації та освоєння;
- г) екологічність і техніка безпеки.

Проблема полягає в тому, що кожен із узагальнених критеріїв досягає свого кращого значення при різних поєднаннях характеристик системи. Можлива також наявність суперечливих критеріїв, коли зміна характеристик системи з метою покращення одного з них

викликає погіршення іншого. Оптимізаційні методи застосовують у тих випадках, коли вдається окремі критерії звести до одного узагальненого (інтегрального). У цьому випадку правилом вирішення будуть детерміновані методи оптимізації функцій з багатьма змінними.

Визначення ефективної границі ще не дає єдиного рішення, хоча дозволяє значно зменшити кількість варіантів і скоротити їх наступний аналіз. Для прийняття кінцевого рішення потрібно задати додаткову інформацію про пріоритети або правило вирішення.

Практичне застосування методу зручно пояснити на графічній моделі (рис. 1).

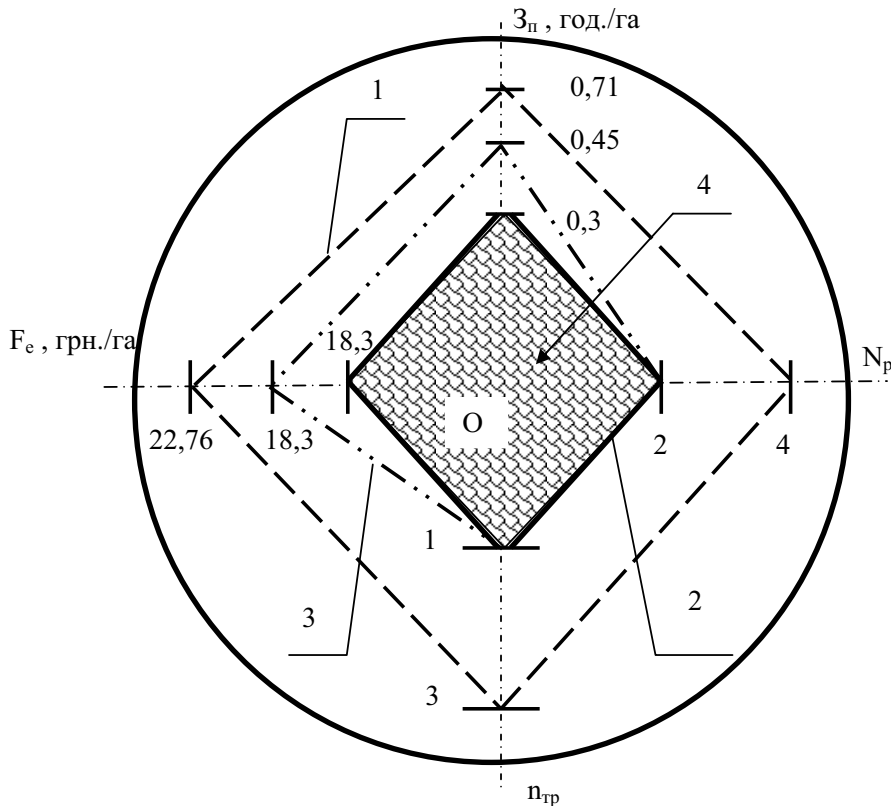


Рис. 1. Модель оцінки комплексів і технологій сівби озимої пшениці  
Умовні позначення:

— — — звичайна сівба озимої пшениці; ————— пряма сівба озимої пшениці;  
— · — · — стерньова сівба озимої пшениці; ідеал

Для вихідної множини альтернативних варіантів визначають критерії  $U$  і відкладають їх на радіально розташованих шкалах. Шкали будують таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка  $O$ ). З'єднуючи точки на шкалах для  $j$ -того варіанта, отримують багатокутник. На краях значення будують багатокутник ідеалізованого варіанта.

Узагальнивши критерії відстані до цілі,  $\mu$  визначають як відношення площі багатокутника  $j$ -того варіанта до площі багатокутника ідеалізованого варіанта

$$\mu_j = P_j / P_o, \mu \geq 1, \quad (1)$$

де  $P_j$  і  $P_o$  – відношення площі багатокутників  $j$ -того та ідеалізованого варіантів.

Необхідно встановити оптимальний варіант комплексу і технологічного процесу сівби озимої пшениці за такими критеріями: узагальнені приведені витрати коштів ( $K_e$ ), витрати праці ( $Z_p$ ), кількість робітників, які зайняті на виконанні технологічних операцій ( $N_p$ ) і кількість тракторів для виконання даних операцій ( $n_{гр}$ ) [1, 2, 7, 8, 9].

Дослідимо три варіанти технологічних комплексів сівби озимої пшениці.

Варіант 1. Звичайна сівба озимої пшениці включає передпосівну культивуацію агрегатом в складі трактора ДТ-75 і культиватора КПС-4, сівбу посівним агрегатом в складі трактора МТЗ-82 і сівалки СЗ-3,6, а також післяпосівне прикочування посівів ґрунту агрегатом в складі трактора МТЗ-82 і прикочувальних котків СКГ-2.

Варіант 2. Пряма сівба озимої пшениці агрегатом в складі трактора МТЗ-82 і вдосконаленої сівалки СЗ-3,6В.

Варіант 3. Стерньова сівба озимої пшениці агрегатом в складі трактора МТЗ-82 і вдосконаленої сівалки СЗС-2,1.

Порівняння значень  $\mu$  для різних варіантів технологічних комплексів сівби озимої пшениці показує, що найменша відстань до мети (ідеалу) характерна для другого варіанта ( $\mu = 117,3$ ), тобто прямої сівби озимої пшениці з одночасним внесенням мінеральних добрив в попередньо необроблений ґрунт, а найбільш віддалений є перший варіант ( $\mu = 415,4$ ), тобто звичайна сівба озимої пшениці.

З побудованого рисунка визначається площа багатокутників за формулою:

$$P_j = \frac{a + b}{2} \cdot h \quad (2)$$

Підставивши значення у формулу (2), отримуємо:  
для першого варіанта

$$P_1 = \frac{70 + 65}{2} \cdot 68 = 4590 \text{ мм}^2;$$

для другого варіанта

$$P_2 = \frac{35 + 37}{2} \cdot 36 = 1296 \text{ мм}^2;$$

для третього варіанта

$$P_3 = \frac{52 + 35}{2} \cdot 43 = 1870,5 \text{ мм}^2.$$

При визначенні відстані до цілі  $\mu$  площа багатокутника розраховується як сума площ трикутників зі сторонами, що відповідають значенням критеріїв [2].

$$P_o = 15 \times 0,3 / 2 + 0,3 \times 2 / 2 + 2 \times 1 / 2 + 1 \times 15 / 2 = 11,05 \text{ мм}^2$$

Підставивши значення у формулу (1), отримуємо:

$$\text{для першого варіанта } \mu_1 = 4590 / 11,05 = 415,4 \geq 1;$$

$$\text{для другого варіанта } \mu_2 = 1296 / 11,05 = 117,3 \geq 1;$$

$$\text{для третього варіанта } \mu_3 = 1870,5 / 11,05 = 170 \geq 1.$$

Недоліком даного методу є те, що абсолютні значення критеріїв можуть відрізнитись між собою на порядок і більше, при цьому значення площі  $P_j$  і відстані  $\mu_j$  залежать навіть від взаємного розташування критеріїв на площині вибору.

Уникнути цього можна нормуванням критеріїв  $U_{ij}$ , коли нормуючим дільником є значення критеріїв ідеалізованого варіанта ( $U_{oi}$ ).

Тобто

$$U_{ij}^H = \frac{U_{ij}}{U_{oi}^H}; \quad U_{oi}^H = 1, \quad (3)$$

де  $U_{ij}^H$  і  $U_{oi}^H$  – нормативні значення критеріїв  $j$ -того та ідеалізованого варіанта.

У такому випадку відстань до цілі можна визначити як за формулою (1), в якій площі багатокутників визначаються за значенням нормативних критеріїв, так і за відносною відстанню

$$\mu_i^l = \frac{\sum_1^n U_{ij}^H - \sum_1^n U_{ij}}{\sum_1^n U_{oi}^H} - \frac{\sum_1^n U_{ij}}{N} = 1. \quad (4)$$

У зв'язку з тим, що  $U_{ij} = 1 \sum_1^n U_{oi}^H$ , а отже і дорівнює числу  $N$  критеріїв.

Отримані дані розрахунків з вихідної множини альтернативних варіантів технологічних комплексів при сівбі озимої пшениці заносимо в таблицю 1.

Таблиця 1

## Показники технологічних комплексів на сівбу озимої пшениці

Варіанти сівби озимої пшениці	$K_c$ , грн./га	$Z_n$ , год./га	$N_p$	$n_{tr}$	$P_j$	$\mu$
1. Звичайна	22,8	0,7	4	3	4592	415,4
2. Пряма	15,0	0,3	2	1	1296	117,3
3. Стерньова	18,3	0,4	2	1	1871	170,0
4. Ідеал	15,0	0,3	2	1	11	1,0

З аналізу даних таблиці слідує, що найменша відстань до мети (ідеалу) характерна для другого варіанта, де  $\mu = 117,3$ , тобто прямої сівби озимої пшениці, а найбільш віддаленим є перший варіант, де  $\mu = 415,4$ , тобто звичайний спосіб сівби озимої пшениці.

**Висновки.** Порівняння значень  $\mu$  для різних варіантів технологічних комплексів сівби озимої пшениці показує, що найменша відстань до мети (ідеалу) характерна для другого варіанта ( $\mu = 117,3$ ), тобто прямої сівби озимої пшениці з одночасним внесенням мінеральних добрив в попередньо необроблений ґрунт, а найбільш віддаленим є перший варіант ( $\mu = 415,4$ ), тобто звичайна сівба озимої пшениці.

Саме тому сучасне сільськогосподарське виробництво базується на інтенсивних технологіях із всебічним використанням новітньої техніки.

## Список використаних джерел

1. Оптимізація посівного машинно-тракторного агрегату за методом Парето /А.В. Рудь, В.М. Жалоба, Ю.Ф. Павельчук // Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. Випуск 11. – Кам'янець-Подільський, 2003. – С. 326-328.
2. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К.: Урожай, 1994. – 216 с.
3. Горячкин В.П. Собрание сочинений в трёх томах. Том 1. – М.: Колос, 1965. – 720 с.
4. Погорілий Л.В., Коваль С.М., Грицишин М.І. Напрямки розвитку технології збирання врожаю зернових і переоснащення сільського господарства новою зернозбиральною технікою // Зб. наук. праць Національного аграрного ун-ту „Механізація сільськогосподарського виробництва”. – К.: НАУ, 2000. – Т. VII. – С. 5-7.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
6. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
7. Основы экономики и организации земледелия / А.Н. Каштанов, Н.З. Милащенко, Н.В. Краснощёков и др.; Под ред. А.Н. Каштанова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 267 с.
8. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.: За ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
9. Пат. № 31825. Україна, 6 МПК А01С 7/00; А01В 49/06. Сівалка прямого посіву / Жалоба В.М., Рудь А.В. (Україна). – № u 2007 13455; Заяв. 3 грудня 2007 р. Опубліковано 25.04. 2008. Бюл. № 8.

**Анотація.** *Изложен системный анализ технологических комплексов посева озимой пшеницы, который является достаточно доступным методом многокритериального выбора с применением интегрального критерия расстояния к цели, а его обоснованные данные и оценка степени приближения к идеалу каждого из исходных множеств альтернативных вариантов обеспечивает оптимизацию технологических комплексов машинно-тракторных агрегатов.*

**Ключевые слова:** *системный анализ, посев, озимая пшеница, машинно-тракторный агрегат, многокритериальный анализ.*

**Abstract.** *The analysis of the systems of technological complexes of sowing of winter wheat, which is the accessible enough method of multicriterion choice with the use of integral criterion of distance to the purpose, is expounded in the article, and his grounded information and estimation of degree of approaching to the ideal provides the ground of technological complexes of machine-tractor asms each of initial great numbers of alternative variants.*

**Keywords:** *analysis of the systems, sowing, winter wheat, machine-tractor asm, multicriterion analysis.*