

УДК 631

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИННИЦТВІ

**В. М. ЗУБКО**, кандидат технічних наук, доцент

<http://orcid.org/0000-0002-2426-2772>

**Сумський національний аграрний університет**

E-mail: zubkovladislav@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/bio2020.01.012>

**Анотація.** Представлена методика визначення показників якості виконання технологічних операцій машинними агрегатами залежно від культури та технології її вирощування.

Методика дозволяє аналізувати вплив кожної технологічної операції залежно від вибраних машинних агрегатів, умов роботи та робочих режимів через показники якості їхньої роботи на заплановану врожайність агрокультури.

Зазначена методика дозволяє розрахувати реальний показник врожайності культури з урахуванням її зміни протягом виконання технологічного процесу залежно від технології вирощування культури та комплексу машин; отримати та проаналізувати приведену до врожайності вартість роботи машинних агрегатів. Це дає можливість забезпечити оптимізацію технологічного процесу вирощування культури завдяки забезпеченню раціонального показника якості роботи машинних агрегатів на кожній технологічній операції вартості робіт.

**Ключові слова:** методика визначення якості, приведений показник, реалізація біопотенціалу, потреби рослин, технологічна операція

**Актуальність.** Механізоване агрови-робництво – це складний виробничий процес забезпечення ефективності, який залежить від багатьох чинників. Для отримання високого врожаю в кількісному та якісному відношеннях необхідно доскона-ло вивчити всі необхідні умови забезпе-чення життєдіяльності рослини (Зубко В.М., 2014). Ефективність функціонуван-ня виробничого процесу повинна бути забезпечена шляхом узгодження взаємодії всіх чинників системи, починаючи з вибору сорту агрокультури, відповідно до конкретного поля та ґрунтово-кліматич-

них умов, до вибору та обґрунтування механізованих технологічних операцій і якості їхнього виконання.

Основою реалізації біологічного потенціалу рослини є забезпечення оптимальних умов росту та розвитку рослин у процесі виконан-ня технологічного процесу.

**Аналіз актуальних досліджень.** Для отримання максимального врожаю необ-хідно забезпечити «комфортні» умови для росту та розвитку рослини. Лише за «ідеаль-них умов» рослина зможе в повній мірі реалізувати коефіцієнт біологічного потенціалу (Пастухов В. І., 2006). Відомим є те, що

істотно обмежує врожайність культурине лише тип ґрунту, кількість опадів, сума температура шкідочинністьників та хвороби, а й якість виконання технологічних операцій машинними агрегатами (Вплив різних факторів на урожайність кукурудзи), (Пастухов В. І., 2001; Зубко В. та ін., 2018; Kuzina T. at all, 2018; Зубко В. та ін., 2013).

Серед вчених, які займались питаннями підвищення коефіцієнта реалізації біологічного потенціалулід відзначити В. В. Медведєва, В. І. Пастухова, Ю. І. Ковтуна, М. Я. Полоцького, І. І. Мельника, О. А. Єременка, А. С. Кушнарєва, М. Г. Собко, В. І. Кравчука та інших.

**Мета дослідження** полягає в обґрунтуванні показників якості виконання технологічних операцій машинними агрегатами залежно від культури та технології її вирощування.

**Матеріали і методика досліджень.** Технологічний процес вирощування аграрної культури – це набір механізованих технологічних операцій, які пов'язані між собою технологічними параметрами та строками їхнього проведення. Для забезпечення отримання прогнозованої врожайності агрокультур необхідно забезпечити наближення умов росту та розвитку рослин до їхніх вимог за рахунок, у тому числі, робочих органів агромашин. Оптимальні умови росту та розвитку рослин створюють внаслідок чіткого дотримання встановлених агротехнічних вимог робочими органами агромашин, забезпечуючи повне, або часткове їхнє виконання.

Кожна механізована технологічна операція технологічного процесу вирощування аграрної культури має *свою долю впливу (індивідуальний відсоток впливу)* на загальну врожайність. Ця доля оцінюється дослідним шляхом. За умови забезпечення 100 % якості виконання механізованої роботи відповідним агрегатом за агро вимогами операціящодо урожаю дасть конкретний

відсоток його накопичення. Якщо не забезпечується 100 % виконання агротехнологічних вимог машинними агрегатами – врожайність змінюється складним відсотком. Цей складний відсоток буде залежати від технології вирощування культури і від впливу конкретної операції на загальну врожайність.

Неповне забезпечення якості виконання технологічної операції не може бути відновлено внаслідок виконання подальших механізованих технологічних операцій, тому надзвичайно важливо дотримання агротехнічних вимог на кожній операції.

Нами розроблена методика визначення показників якості виконання технологічних операцій машинними агрегатами залежно від культури та технології її вирощування.

Методика дозволяє аналізувати вплив кожної технологічної операції залежно від обраних машинних агрегатів, умов роботи та робочих режимів через показники якості їхньої роботи на заплановану врожайність агрокультури.

Зазначена методика дозволяє розраховувати реальний показник врожайності культури з урахуванням її зміни протягом виконання технологічного процесу залежно від технології вирощування культури та комплексу машин; отримати та проаналізувати приведену до врожайності вартість роботи машинних агрегатів. Це дасть можливість оптимізувати технологічний процес вирощування культури внаслідок забезпечення раціонального показника якості роботи машинних агрегатів на кожній технологічній операції вартості робіт.

Методика передбачає виконання таких етапів проектування:

- Розробка механізованого технологічного процесу, обґрунтування та визначення коефіцієнта якості машинних агрегатів і комплексів машин для вирощування агрокультури.

– Вибір агрокультури, вивчення технології, агротехнічних вимог і аналізу умов вирощування починається у певній місцевості. Дієвість даного етапу забезпечують бази даних агрокультур і полів відповідного господарства та стану навколишнього середовища.

Модель дозволяє проводити ренкінг показників, що дозволяє всебічно проаналізувати сорти та гібриди рослини, їхні потреби до умов навколишнього середовища, потреби в живленні, відповідність потреб рослини умовам на кожному полі господарства (регіону), визначати сорт культури відповідно до потреб рослини та реальних виробничих умов.

– Наступним етапом є вибір технологічних операцій за визначеною технологією. На даному етапі проводиться підбір механізованих технологічних операцій відповідно до визначеної технології, розробка операційних технологій для кожної із вибраних технологічних операцій та встановлюються параметри значення агровимог для кожної механізованої технологічної операції. Для цього використовуються дані з баз даних: полів відповідного господарства, стану навколишнього середовища та технологічних операцій. Модель дозволяє проводити ренкінг показників і розробляти операційну технологію з урахуванням потреб рослини, умов вирощування культури, технологічних параметрів для операції та параметрів агровимог.

– Вибір робочих органів для визначеної технологічної операції за умови дотримання агровимог ставить завдання аналізу наявних робочих органів на предмет забезпечення агровимог відповідної технологічної операції, аналіз комбінованої схеми використання декількох робочих органів для забезпечення агровимог та вибір робочих органів. Проведення цього етапу забезпечує інформація з баз даних: технологічних операцій та робочих орга-

нів. На даному етапі аналізуються параметри технологічних операцій та параметри агровимог у порівнянні з технологічними можливостями робочих органів машин для забезпечення ними необхідної якості.

– Вибір агромашин із відповідним робочим органом проводиться з даних баз: технологічних операцій, агромашин та систем контролю та розрахунку для оцінки якості роботи машинних агрегатів. Це дозволяє забезпечувати високу ефективність у забезпеченні агровимог агромашинами за основним технологічним параметрами відповідно до умов роботи.

– Під час вибору енергетичного засобу для агрегаткування з обраними агромашинами використовуються бази даних: технологічних операцій, агромашин, енергетичних засобів та систем контролю й розрахунку для оцінки якості роботи машинних агрегатів. У разі такої роботи алгоритму вибирається енергетичний засіб з оптимальними якісними та економічними показниками під час агрегаткування з обраною машиною.

Показник, який враховує повне, або часткове виконання агротехнічних вимог машинним агрегатом, називається показником якості виконання технологічної операції або коефіцієнтом якості роботи машинного агрегату.

У загальному вигляді коефіцієнт якості роботи машинного агрегату складається із коефіцієнтів якості виконання елементів агротехнічних вимог робочими органами агромашини з урахуванням ренкінгу, якості роботи агрегатів і систем агромашини, які безпосередньо не працюють із продуктами обробітку (вплив ходових систем, вібрації тощо на якість виконання агротехнічних вимог) і якості роботи енергетичного засобу (позитивний чи негативний вплив на виконання агротехнічних вимог).

Коефіцієнт якості роботи машинного агрегату залежить від агрокліматичних умов і навколишнього середовища, про-

дукту, який обробляємо, та його стану. Кожна умова представляє собою комплекс параметрів, які необхідно враховувати при визначенні коефіцієнта якості роботи машинного агрегату.

Отже, коефіцієнт якості роботи машинного агрегату ( $K$ ) можна описати залежністю:

$$K = k_a \cdot k_M \cdot k_e \cdot k_c \cdot k_{II} \quad (1)$$

де  $k_a$  – коефіцієнт якості забезпечення агротехнічних вимог;  
 $k_M$  – коефіцієнт якості роботи агромашини;  
 $k_e$  – коефіцієнт якості роботи енергомашини;  
 $k_c$  – коефіцієнт, який враховує вплив елементів навколишнього середовища на якість роботи машинного агрегату;  
 $k_{II}$  – коефіцієнт, який враховує вплив стану оброблюваного продукту на якість роботи машинного агрегату.

Коефіцієнт якості забезпечення агротехнологічних вимог ( $k_a$ ) враховує кількість показників, їхній рейтинг, допуски виконання операції й агротехнічні можливості робочих органів машин:

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i \pm d_i) \cdot b_i}{\sum_{i=1}^n (a_i \pm d_i) \cdot b_i}, \quad (2)$$

де  $t_i$  – дійсне значення  $i$ -го показника під час роботи машинного агрегату. Встановлюється дослідним шляхом;  
 $a_i$  – значення  $i$ -го показника агротехнологічних вимог;  
 $d_i$  – допуски  $i$ -го показника агротехнологічних вимог;  
 $d_i'$  – відхилення під час виконання операції;  
 $b_i$  – рейтинг  $i$ -го показника вимоги технологічної операції.

Коефіцієнт якості роботи агромашини ( $k_M$ ) враховує вплив на якість виконання агротехнологічних вимог складових елементів конструкції агромашини

(наприклад, ходових систем) та режимів роботи:

$$k_a = f(a_g, V_m, a_m, w_h, V_p, a, \gamma, l, T), \quad (3)$$

де  $a_g$  – спосіб агрегаткування;  
 $V_m^g$  – амплітуда коливної швидкості (віброшвидкість), м/с;  
 $a_m$  – амплітуда коливного прискорення (віброприскорення), м/с<sup>2</sup>;  
 $w_h$  – ходові системи;  
 $V_p$  – робоча швидкість машинного агрегату, км/год.;  
 $a$  – глибина обробітку, см;  
 $\gamma$  – кут напряду роботи машинного агрегату, °;  
 $l$  – довжина гону, м;  
 $T$  – твердість ґрунту, кПа (кН/м<sup>2</sup>).

Величина складників визначається дослідним шляхом.

Коефіцієнт якості роботи енергомашини ( $k_M$ ) впливає на якість виконання агротехнологічних вимог за рахунок функціонування систем агрегатів енергетичних засобів:

$$k_M = f(V_m, a_m, \delta, a_g, w_h, V_p, a, \gamma, l, T), \quad (4)$$

де  $V_m$  – амплітуда коливної швидкості (віброшвидкість), м/с;  
 $a_m$  – амплітуда коливного прискорення (віброприскорення), м/с<sup>2</sup>;  
 $\delta$  – буксування, %;  
 $a_g$  – спосіб агрегаткування;  
 $w_h$  – ходові системи;  
 $V_p$  – робоча швидкість машинного агрегату, км/год.;  
 $a$  – глибина обробітку, см;  
 $\gamma$  – кут напряду роботи машинного агрегату, °;  
 $l$  – довжина гону, м;  
 $T$  – твердість ґрунту, кПа (кН/м<sup>2</sup>).

Величина складників визначається дослідним шляхом.

Коефіцієнт, який враховує вплив елементів навколишнього середовища на якість роботи машинного агрегату ( $k_e$ ) складається з показників навколишнього середовища та зовнішніх чинників, які напряду не впливають на якість, але від яких залежить забезпечення якості роботи машинного агрегату:

$$k_c = f(W, \rho, n, k, d, p, T, V_m, a_m), \quad (5)$$

де  $W$  – вологість ґрунту, %;  
 $\rho$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  
 $n$  – пористість ґрунту, %;  
 $k$  – грудкуватість ґрунту;  
 $d$  – наявність та глибина розташування плужної підшви;  
 $P$  – тиск повітря, Па;  
 $T$  – твердість ґрунту, кПа (кН/м<sup>2</sup>);  
 $V_m$  – амплітуда коливної швидкості (віброшвидкість), м/с;  
 $a_m$  – амплітуда коливного прискорення (віброприскорення), м/с<sup>2</sup>.

Величина складників визначається дослідним шляхом.

Коефіцієнт, який враховує вплив стану оброблюваного матеріалу на якість роботи машинного агрегату ( $k_{II}$ ) враховую вологість, щільність, твердість та інші властивості оброблюваного матеріалу:

$$k_{II} = f(m_{con}, \rho_t, u_i), \quad (6)$$

де  $m_{con}$  – вологість матеріалу, %;  
 $\rho_t$  – щільність матеріалу;  
 $u_i$  – твердість матеріалу.

Величина складників визначається дослідним шляхом.

Як встановлено проведеними польовими дослідженнями та на підставі аналізу літературних джерел, якість виконання технологічної операції різними машинними агрегатами, або різними робочими органами, а також різними робочими параметрами впливає на реалізацію біологічного потенціалу. Про це свідчать і роботи професора В. І.Пастухова, де описані залежності коефіцієнта реалізації біологічного потенціалу від забезпечення певного показника (наприклад, глибини обробітку або посіву).

Результатом обґрунтування параметрів машинних агрегатів для забезпечення якості виконання кожної технологічної

операції обраної технології за кожною операцією кожного з досліджуваних агрегатів були показник якості роботи машинного агрегату, собівартість виконання технологічної операції та приведений до врожайності вартісний показник.

У разі підвищення показника якості виконання механізованої технологічної операції зростає й собівартість її виконання. Це пов'язано із залученням до проведення механізованих технологічних операцій додаткового обладнання для контролю, аналізу та автоматичного коригування показників якості виконання технологічного процесу, конструктивно-дорогих робочих органів.

Розроблена методика дає можливість розраховувати долю виконання встановлених агротехнічних вимог для кожної механізованої технологічної операції. Реальна врожайність у разі механізованого технологічного процесу розраховується за такою залежністю:

$$U_p = U_{nl} - \sum_{i=1}^n U_{ni} * k_{TO_i} * k_{a_i}, \quad (7)$$

де  $U_p$  – реальна урожайність, т/га;  
 $U_{nl}$  – планова врожайність агрокультури, т/га;  
 $k_{TO}$  – коефіцієнт, який враховує вплив  $i$ -ої операції на кінцеву урожайність агрокультури;  
 $k_a$  – коефіцієнт якості роботи  $i$ -го машинного агрегату.

Частка зниження врожайності агрокультури залежить від частки забезпечення агротехнічних вимог виконання технологічної операції через коефіцієнт якості роботи машинного агрегату та ранкінг показника технологічної операції, зменшення якого веде до зниження запланованої урожайності:

$$U_{zn} = \sum_{i=1}^n U_{ni} * b_i (1 - k_{a_i}), \quad (7)$$

де  $U_{пл}$  – планова урожайність, т/га;  
 $b_i$  – ренкінг  $i$ -го показника вимоги технологічної операції.

Собівартість механізованої технологічної операції машинними агрегатами визначається за методикою, наведеною у статті (Мельник І.І. та ін., 2015). Оцінка ефективності виконання технологічної операції з урахуванням якості її виконання проводиться на підставі отриманого значення величини врожайності агрокультури та собівартості її проведення:

Оцінка раціонального вибору комплексу машин для забезпечення виконання механізованого технологічного процесу проводиться на підставі аналізу прямих затрат під час роботи машинних агрегатів на кожній операції та розрахункової вро-

жайності з урахуванням коефіцієнта якості виконання робіт машинними агрегатами:

$$C_{np} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{U_p}. \quad (9)$$

де  $C_i$  – прямі затрати роботи машинного агрегату, грн./га;

$U_{zn}$  – реальна врожайність, т/га.

У такий спосіб приведений показник враховує собівартість та якість забезпечення технології вирощування культури.

Для прикладу наведений технологічний процес вирощування кукурудзи на зерно, представлений у таблиці 1.

Кожна механізована технологічна операція залежно від агрокультури, технології, має свою частку впливу. У таблиці

### 1. Вплив формування врожаю кукурудзи на зерно за кожною технологічною операцією за класичної технології

№ з/п	Назва операції	Вплив на формування врожайності, %
1	Лущення стерні	2,00
2	Навантаження мінеральних добрив	0,15
3	Транспортування мінеральних добрив	0,15
4	Внесення мінеральних добрив	7,50
5	Оранка	6,50
6	Передпосівна культивация	5,00
7	Навантаження насіння та мінеральних добрив	0,15
8	Транспортування насіння та мінеральних добрив	0,15
9	Посів	21,41
10	Транспортування та приготування розчину засобів захисту рослин	0,02
11	Внесення розчину засобів захисту рослин	11,30
12	Навантаження мінеральних добрив	0,15
13	Транспортування мінеральних добрив	0,15
14	Міжрядний обробіток + підживлення	13,50
15	Транспортування та приготування розчину засобів захисту рослин	0,10
16	Внесення засобів захисту рослин	16,00
17	Збирання	15,50
18	Транспортування зерна	0,29
Разом		100,0



І наведений вплив кожної механізованої технологічної операції на формування врожайності за вирощування кукурудзи на зерно за класичною технологією. Ця доля впливу відповідає коефіцієнту  $k_{TO}$ .

На рисунку 1 приведений результат розрахунку технології вирощування кукурудзи на зерно в реальних умовах за поданою методикою. Вихідними даними є: культура – кукурудза; планова врожайність – 90 ц/га; технологічні операції – таблиця 1; агромашини та енергетичні засоби – каталог техніки та результати польових досліджень.

Аналіз результатів розрахунку за зазначеною технологією показує, що жодний машинний агрегат кожної технологічної операції не забезпечує 100 % якості виконання агротехнічних вимог. Коефіцієнт якості роботи машинних агрегатів знаходиться у межах від 0,75 (внесення мінеральних добрив, передпосівний обробіток) – до 0,89 (транспортні операції). Між тим сібівартість виконання механізованих технологічних операцій також різна і знаходиться в діапазоні від 4,92 грн/т (навантажувальні операції) – до 2773,72 грн./т (оранка) залежно від операції.

Встановлено, що кожна технологічна операція має вплив на формування загальної врожайності. Зниження врожайності залежить від коефіцієнта впливу операції на урожайність та коефіцієнта якості роботи машинного агрегату. Зниження врожайності перебуває в межах від 0,01 ц/га (навантажувальні та транспортні операції) – до 2,89 ц/га (посів) різні кількісні показники.

Важливими показниками, які дозволяє отримати методика, є приведена вартість роботи комплексу машин – 87,28 грн./т та реальна врожайність від використання даного комплексу у визначеній технології – 74,31 ц/га, що на 17,5 % менша за заплановану.

Для оцінки якості роботи машинного агрегату на будь-якій операції фіксуються всі елементи операції порівнюючи якість і вартість. За умови сталості елементів, змінюючи машинний агрегат, або агромашину, або енергетичний засіб у ньому, досліджується зміна приведених затрат через

тажувальні операції) – до 2773,72 грн./т (оранка) залежно від операції.

1	А		В		С		D		E		F		G		H	
2	Обґрунтування ефективності роботи машинних агрегатів за вартісними та якісними показниками															
3	Культивра				Кукурудза на зерно											
4																
5	Планова урожайність зерна, т/га				90,00											
6																
7	№, п/п		Операція		Коефіцієнт впливу операції на урожайність		Машинний агрегат		Коефіцієнт т якості роботи МА		Зниження урожайності, т/га		Прямі затрати роботи МА, грн./т		Приведена вартість роботи МА, грн./т	
8	1		Лущення стерні		0.0200		John Deere 6110 B + Дукат 2,5		0.80		0.36		614.53		8.27	
9	2		Навантаження МД		0.0015		Біпопус 892 + ПСО 5/0,8Д		0.88		0.02		4.92		0.07	
10	3		Транспортування МД		0.0015		ГА33302-41		0.89		0.01		51.2		0.69	
11	4		Внесення мінеральних добрив		0.0750		John Deere 6110 B + МВД 0,5		0.75		1.69		52.40		0.71	
12	5		Оранка		0.0650		John Deere 6095B + EurOpal 5 LEMKEN		0.81		1.11		2473.72		33.29	
13	6		Передпосівна культивация		0.0500		John Deere 6110 B + POLARIS 4		0.75		1.13		296.06		3.98	
14	7		Навантаження насіння та МД		0.0015		Біпопус 892 + ПСО 5/0,8Д		0.88		0.02		4.92		0.07	
15	8		Транспортування насіння та МД		0.0015		ГА33302-41		0.89		0.01		51.2		0.69	
16	9		Посів		0.2141		John Deere 6095 B + VEGA 6		0.85		2.89		366.18		4.93	
17	10		Тр. та пригот. розчину ЗЗР		0.0002		Біпопус 892 + бочка		0.89		0.00		56.54		0.76	
18	11		Внесення ЗЗР		0.1130		John Deere 6135 B + Horsch LEEB 4 LT		0.87		1.32		83.56		1.12	
19	12		Навантаження МД		0.0015		Біпопус 892 + ПСО 5/0,8Д		0.88		0.02		4.92		0.07	
20	13		Транспортування МД		0.0015		ГА33302-41		0.89		0.01		51.2		0.69	
21	14		Мікродозний обробіток + підживлення		0.1350		John Deere 6110 B+ALTAIR 5,6-04		0.77		2.79		193.93		2.61	
22	15		Тр. та пригот. розчину інсектицидів		0.0010		Біпопус 892 + Бочка		0.89		0.01		56.54		0.76	
23	16		Внесення інсектицидів		0.1600		John Deere 6135 B + Horsch LEEB 4 LT		0.87		1.87		83.56		1.12	
24	17		Збирання		0.1550		CLAAS Tucano 430		0.83		2.37		2040.02		27.45	
25	18		Транспортування зерна		0.0029		IVECO 440		0.79		0.05		6.91		0.09	
26			Всього		1.000						15.69		6492.31		87.28	
27			Реальна урожайність, т/га								74.31					
28			Вартість механізованих робіт, грн./т										87.37			

Рис. 1 Результат розрахунку технології вирощування кукурудзи на зерно

вартість механізованих робіт за забезпечення можливої якості їхнього виконання з урахуванням реальної врожайності.

Для забезпечення сталого послідовного накопичення енергії рослиною показник якості на всіх технологічних операціях повинен бути доведений до оптимального.

Розроблена методика забезпечує можливість дослідження ефективності використання машинних агрегатів за показником собівартості виконання механізованої технологічної операції. Зміна агрегату супроводжується зміною прямих затрат роботи машинного агрегату під час виконання конкретної механізованої технологічної операції. У такий спосіб забезпечується можливість дослідження агрегату.

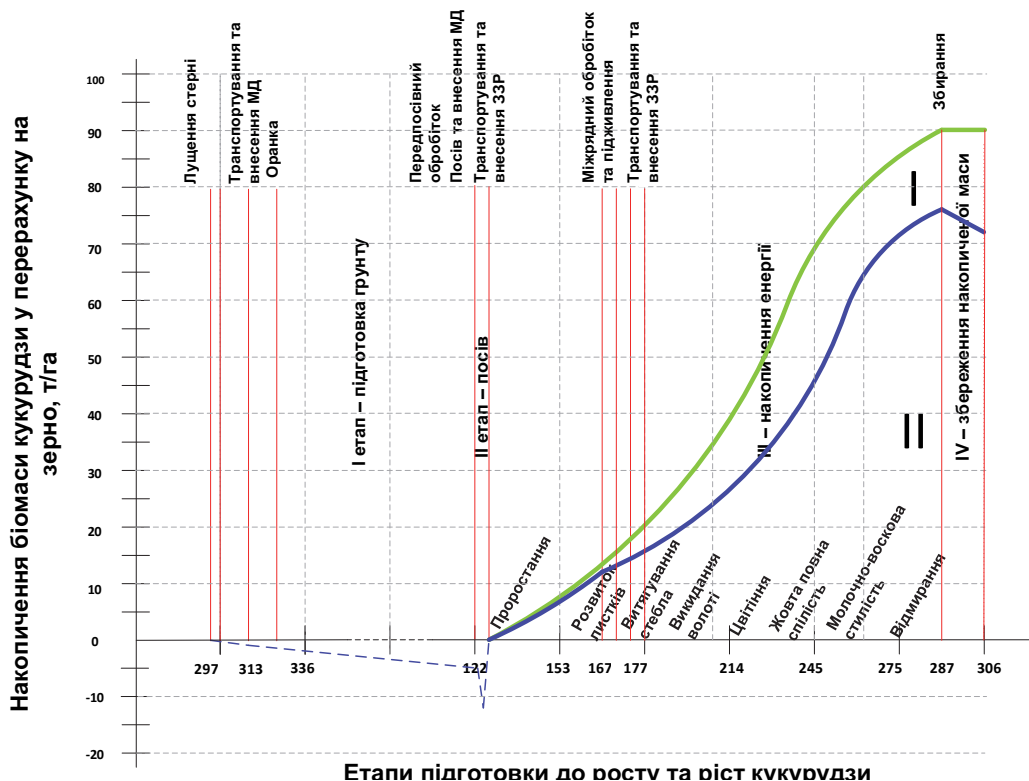
Зміна агрегату супроводжується і зміною коефіцієнта якості виконання робіт на технологічній операції. Коефіцієнт

якості пов'язаний із коефіцієнтом зниження врожайності.

Відповідні витрати змінюють і загальні витрати на забезпечення технології вирощування. Результат, через зміну якості, внаслідок впливу зміни агрегату на врожайність різних типів машинних агрегатів загальної технології пов'язує результат розрахунку з врожайністю.

На рисунку 2 приведені результати конкретного дослідження технологічного процесу вирощування кукурудзи на зерно у разі забезпечення всіх потреб рослини на всіх етапах.

Аналіз кривих показує, що планова врожайність за таких умов складає 90 ц/га (зелена крива накопичення врожайності). Використання реального комплексу машин вносить корективи щодо якості виконання технологічної операції (синя крива нако-





пичення врожайності). У результаті розрахунку встановлено зниження врожайності на рівні 15,69 ц/га. Цей показник свідчить про те, що внаслідок використання машинних агрегатів, які не в повному обсязі забезпечують якість виконання технологічного процесу, втрати складають 15,69 ц/га.

**Висновки та перспективи** подальших досліджень. Представлена методика забезпечує обґрунтування комплексу машин для виробництва аграрної культури за показником якості забезпечення технології вирощування культури.

Представлена методика дозволяє проводити глибокий аналіз технології вирощування культури за приведеним показником, який враховує прямі експлуатаційні затрати та отриману врожайність у разі застосування конкретного комплексу.

Використання методики дозволяє провести аналіз якості виконання кожної технологічної операції і, використовуючи графічний метод зображення, встановити слабкі місця технології. Це дозволяє вирівняти весь технологічний процес, за показником якості, до максимального значення для відповідної технології. І, навпаки, оптимізувати витратну частину внаслідок зменшення наявних показників якості відповідно до встановлених найнижчих показників відповідної технології. Це є результатом взаємозв'язку накопичення врожайності від якості виконання попередніх операцій і неможливістю підвищити отримане зниження врожайності на попередніх операціях завдяки підвищенню якості виконання на наступних механізованих технологічних операціях.

## Література

1. Зубко В. М. Аналіз етапів росту і розвитку рослини як основа для проектування комплексів машин та їх робочих органів Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. 2014. Вип. 148. С. 204–208.
2. Мельник І. І., Зубко В. М., Хворост Т. В. Інформаційна технологія оцінки роботи машинних агрегатів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. Вип. 156. С. 222–230.
3. Пастухов В. І. Обґрунтування оптимальних комплексів машинних агрегатів для механізації польових робіт : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11 / Хар. нац. тех. ун-т с. г. ім. П. Василенка. Харків, 2006, 296 с.
4. Вплив різних факторів на урожайність кукурудзи: веб-сайт. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=999](https://agromage.com/stat_id.php?id=999) (дата звернення 20.09.2019).
5. Пастухов В. І. Якість роботи сільгоспмашин і біопотенціал сільгоспкультур. Науково-технічний журнал "Техніка АПК". 2001. Вип. 5-6 (545–546). С. 19–25.
6. Зубко В. В., Мельник В. І., Соколік С. П., Шпатак Р. І. Дослідження якісних показників роботи дискової борони. Техніка і енергетика АПК. 2018. № 6(76). URL: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.06.029>.
7. Kuzina T., Sirenko V., Zubko V., Chuba V. Increasing yields of winter wheat by means of sowing orientation of grain. ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT: collection of materials 17th International Scientific Conference, Jelgava : LATVIA, 2018. P. 688–696
8. Зубко В., Онычко В., Хворост Т., Чуба В. Методика технологической и технико-экономической оценки машинных агрегатов при проведении предпосевной обработки почвы и посева озимой пшеницы. MOTROL Commission of Motorization and energetics in Agriculture. 2013. Вип. 15. С. 150–156.

## References

1. Zubko, V.M. (2014). Analiz etapiv rostu i rozvytku roslyn yak osnova dlia proektuvannia kompleksiv mashyn ta yikh robochych orhaniv [Analysis of stages of plant growth and development as a basis for designing complexes of machines and their working bodies]. Journal Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko, 148, 204–208.

2. Melnyk, I.I., Zubko, V.M. & Khvorost, T.V. (2015). Informatsiina tekhnolohiia otsinky roboty mashynnykh ahrehativ [Information technology of machine aggregates estimation]. Journal Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko. 156. 222–230.
3. Pastukhov, V.I. (2006). Obhruntuvannia optymalnykh kompleksiv mashynnykh ahrehativ dlia mekhanizatsii polovykh robit [Substantiation of optimal complexes of machine units for mechanization of field work]. Doctor's thesis. Kharkiv [in Ukraine].
4. Vplyv riznykh faktoriv na urozhainist kukurudzy [Effect of Various Factors on Corn Yield]. (n.d.). agromage.com Retrieved from [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=999](https://agromage.com/stat_id.php?id=999) [in Ukraine].
5. Pastukhov, V.I. (2001). Yakist roboty silhospmashyn i biopotsial silhospkultur [Quality of work of agricultural machines and biopotential of agricultural crops]. Scientific and Technical Journal "APC Engineering". 5-6 (545–546). 19–25.
6. Zubko, V.M., Melnyk, V.I., Sokolik, S.P. & Shpatak R.I. (2018). Doslidzhennia yakisnykh pokaznykiv roboty dyskovoï borony [Investigating the Quality of Disc Harrow Performance]. Engineering and energy AIC, 6(76). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.31548/addresses2018.06.029> [in Ukraine].
7. Kuzina, T.V., Sirenko, V.F., Zubko, V.M. & Chuba V.V. (2018). Increasing yields of winter wheat by means of sowing orientation of grain. ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT: collection of materials 17th International Scientific Conference. 688–696 [in Latvia].
8. Zubko, V.M., Onychko, V.I., Khvorost, T.V. & Chuba, V.V. (2013). Metodika tekhnologicheskoy i tekhniko-ekonomicheskoy ocenki mashinnykh agregatov pri provedenii predposevnoy obrabotki pochvy i poseva ozimoy pshenicy [Technique of technological and feasibility assessment of machine units during pre-sowing tillage and sowing of winter wheat]. MOTROL Commission of Motorization and energetics in Agriculture. 15. 150–156.

## SUMMARY

**V. Zubko. THE THEORETICAL BASIS RATIONALE QUALITY INDICATORS OF THE IMPLEMENTATION MECHANIZED TECHNOLOGICAL PROCESSES IN THE FIELD'S CONDITIONS.** *Biological Resources and Nature Managment.* 2020. 12, № 1–2. P.97–106. <https://doi.org/10.31548/bio2020.01.012>

**Abstract.** *The technological process cultivation culture is a set of mechanized technological operations. The technological operations are related to each other's technological parameters and terms of implementation. In order to obtain the predicted crop yields, it is necessary to ensure that the conditions of the plants are brought closer to their requirements by the efficient use of the working bodies of agricultural machinery. The optimal conditions for the plant are created by the strict observance of the established agrotechnical requirements by the working bodies of agricultural machines.*

*Poor quality assurance of the technological operation cannot be restored as a result of other technological operations. Therefore, compliance with agrotechnical requirements at every operation is extremely important.*

*The technique determining quality indicators of the performance technological operations by agricultural machines, depending on the culture and technology of its cultivation, is presented.*

*The technique allows you to analyze the impact each technological operation depending on the selected agricultural machines, working conditions and operating modes*

*through indicators quality of their work on changing the planned crop yield.*

*In order to ensure consistent energy storage by the plant, the quality index at all technological operations should be optimized. The analysis of the curves shows that the planned yield of good conditions is 90 c / ha. Using a real complex of machines makes adjustments to the quality of the technological operation. As a result of the calculation we get a decrease in yield by 15.69 c / ha.*

*The specified technique allows you to calculate the real indicator crop productivity, taking into account its changes during the process, depending on the technology growing crops and a set of machines; to receive and analyze the cost of work of agricultural machines reduced to productivity. This makes it possible to optimize the technological process growing crops by providing a rational indicator of the quality of work of agricultural machines at each technological operation of the cost of work.*

**Keywords:** *methodology for determining quality, a given indicator, the implementation biopotentials, plant needs, technological operation*