

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ НА ПОКАЗНИК ЯКОСТІ

Зубко Владислав Миколайович

доктор технічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-2426-2772
vladyslav.zubko@snau.edu.ua

Хворост Тетяна В'ячеславівна

кандидат економічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-8863-8126
tetiana.khvorost@snau.edu.ua

Мельник Валентина Іванівна

кандидат економічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ, Україна
ORCID: 0009-0008-0269-2326
vim2607@gmail.com

Панкова Оксана Володимирівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0003-2866-1858
pankova_oksana@ukr.net

Коваленко Юрій Сергійович

PhD студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1248-6311
yuriy.kovalenko1981@gmail.com

Інтенсивні процеси зміни клімату та зростаючі темпи зміни народонаселення на землі вимагають нових підходів до ефективності в аграрному виробництві. Кожний гектар необхідно використовувати максимально ефективно. Саме механізація вирощування агрокультур приховує скритий потенціал ефективності аграрного виробництва у галузі рослинництва. Однією з актуальних проблем галузі є забезпечення якості механізованих технологічних операцій. Врожайність аграрних культур у сучасних умовах на 25–30 % залежить від наявних засобів механізації.

Проведеними дослідженнями встановлено, що роботи, які присвячені ефективності виконання механізованих технологічних операцій, не містять даних і не передбачають можливість визначення та аналізу впливу якості виконання польових робіт машинними агрегатами на врожайність.

Аналіз літературних джерел, досвід агропідприємств та власні спостереження дають підстави зробити висновок, що робочі режими та параметри використання машинних агрегатів мають вплив на врожайність культур. Саме кількісний і якісний склад комплексу машин формує показник врожайності в розрізі механізації виконання операцій за рахунок ступеня забезпечення агрозимог. Під час польових досліджень ефективності використання машинних агрегатів на різних режимах роботи та при різних регулювальних параметрах, було встановлено різний ступінь забезпечення показника якості (створення умов машинним агрегатом у відповідності до потреб рослин). В реальних виробничих умовах встановлено вплив таких показників, як робоча швидкість, рівномірність глибини обробітку, робоча довжина гону, твердість ґрунту. Дослідження проводилися у різних господарствах Сумської області та на різних агрегатах протягом 5-ти років. Дослідження проводилися спільно з Лозівським ковальсько-механічним заводом, компаніями Eivorti та ATS Україна (Horsch) на території України.

Було досліджено показники якості при проведенні обробітку ґрунту дисковими знаряддями. Отримані емпіричні залежності дають можливість підвищити адекватність методики отримання техніко-експлуатаційних показників.

Ключові слова: агрозимоги, агротехнічні вимоги, показник якості, врожайність.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.1.6>

Вступ. Аналізуючи аграрний сектор у світі, ми спостерігаємо інтенсивну зміну технологій вирощування аграрних культур, зміну якісного та кількісного складу

комплексів машин для галузі рослинництва, ми спостерігаємо якісні зміни у галузі селекції. І все це пов'язано з інтенсивною зміною кліматичних умов і темпами

зростання народонаселення на планеті. Задача механізації виробничих процесів – максимально забезпечити умови росту та розвитку агрокультури в мінімальні строки, тобто забезпечити показник якості виконання механізованих технологічних операцій. Водночас, проведений аналіз сучасних агротехнологій показує, що потенціал насіннєвого матеріалу у реальних виробничих умовах реалізовується на рівні до 70%. Це пов'язано з неповним забезпеченням потреб агрокультур, тобто недостатнім забезпеченням саме якості виконання механізованих технологічних операцій. Сучасні засоби механізації у комплексі з системами аналізу і контролю якості механізованого технологічного процесу мають потенціал до підвищення рівня забезпечення потреб агрокультур.

Сьогодні однією з актуальних проблем галузі виробництва продукції рослинництва є саме забезпечення якості механізованих технологічних операцій. Урожайність аграрних культур у сучасних умовах виробництва продукції рослинництва на 25–30% залежить безпосередньо від наявних засобів механізації. Водночас, забезпечення якості виконання механізованого технологічного процесу вирощування і збирання аграрної продукції на сьогодні є одним з провідних стратегічних напрямів розбудови аграрного виробництва. Воно базується на забезпеченні виконання агротехнічних вимог машинними агрегатами, які використовуються у полі, що у свою чергу пов'язано з налаштуванням діючих зразків засобів механізації та виробництва нових зразків техніки.

Пропонується вирішити поставлену проблему шляхом імітаційного моделювання за рахунок врахування умов вирощування культур у відповідності до локації та використання техніки відповідно до потреб рослин.

Продуктивність виробництва аграрних культур залежить від ефективності вибору агротехніки у відповідності до умов вирощування та режимів їх роботи на всіх етапах, починаючи від основного обробітку ґрунту і завершуючи збиранням врожаю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Пошук критеріїв оптимізації технологічних процесів та ефективності використання агрегатів змінюються та доповнюються у відповідності до змін машин аграрного виробництва та досягнень у науці і техніці.

Вклад у розвиток цифровізації оптимізаційних задач використання машинних агрегатів при виробництві продукції рослинництва були зроблені науковцями на чолі з І. І. Мельником (Bondar, 2002; Bondar & Melnyk, 2000; Melnyk I.I. et al. 2001). В роботах досліджуються питання оптимізації структури цілому машинного парку. Розроблена математична модель характеризується фокусом на забезпечення оптимізації з урахуванням таких факторів, як: площі полів, кількості сгенерованих машинних агрегатів, забезпеченості поточності виробничих процесів. Оцінка ефективності використання агротехніки багатокритеріальна і проводиться за критеріями: продуктивність, собівартість, затрати робочого часу, матеріаломісткість, витрати палива. Структура роботи системи: технологія вирощування культури – машинні агрегати – комплекси машин. Робота програми дозволяє визначити параметри та режими використання техніки для засобів

механізації; розрахунок техніко-експлуатаційних параметрів техніки; обґрунтування нормативу потреби в засобах механізації для господарств з різними сівозмінами та при різних площах вирощування продукції рослинництва; дослідження комплексів машин для різних технологій вирощування культур; визначення затратної частини на обслуговування, ремонт та зберігання аграрної техніки. Питаннями обґрунтування технологій вирощування культур у відповідності до умов вирощування культур та рівня забезпечення господарств технікою вивчав у своїх наукових працях В. Д. Гречкосій (Hrechkosii et al., 2013).

Наукові дослідження В. І. Пастухова також були використані при створенні програмного продукту з метою швидкого отримання результату щодо ефективності використання машинних агрегатів при вирощуванні продукції рослинництва. Програмний продукт для обґрунтування оптимальних комплексів машин, створений В. І. Пастуховим (Pastukhov, 2006), використовує імітаційне моделювання, яке базується на сукупності відмінностей: карт поля з інформацією про рельєф поля та його питомий опір, що забезпечує отримання реальної робочої швидкості машинного агрегату з обґрунтуванням коефіцієнта буксування агрегату, робоче значення витрат палива, дію екологічних параметрів та їх ранжування та обґрунтування вагомості під час забезпечення технологічного процесу виробництва продукції рослинництва.

Розроблені методи та програмні продукти використовують для дослідження з подальшим обґрунтуванням власних виробничих процесів і потужностей, здобувають ринкові переваги за рахунок підвищення ефективності власної роботи, зокрема, завдяки прогнозуванню результатів діяльності підприємств, максимальної реалізації можливостей оптимального управління, зниженню собівартості продукції рослинництва (Pastukhov, 2006).

З метою ефективного використання машинних агрегатів при збиранні та транспортуванні врожаю Л. О. Флегантовим та Ю. І. Овсієнковою (Flephantov & Ovsienko, 2019) створено математичну модель роботи машинних агрегатів з метою оптимальної кількості техніки для виконання відповідних робіт та розрахунку можливих ймовірностей станів системи, який оснований на використанні замкненої системи масового обслуговування. Робота машинних агрегатів при виконанні механізованих технологічних операцій представлена у вигляді процес «загибелі-народження» та моделюється на основі системного підходу. У методиці критерій оптимізації визначений як мінімізація собівартості від позапланового простою агротехніки, який є наслідком випадкових причин.

Проведеними дослідженнями було встановлено, що роботи, які присвячені ефективності виконання механізованих операцій, не містять даних і не передбачають можливість визначення та аналізу впливу якості виконання польових робіт машинними агрегатами на урожайність (Kovtun et al., 2000; Melnyk et al., 2007).

Проведеним аналізом виявлено, що в сучасних методах розрахунку ефективності використання машинних агрегатів та оптимізації комплексів машин лише частково враховані сучасні технології вирощування агрокультур, відсутні бази полів із визначенням умов вирощування

агрокультур; механізованих технологічних операцій; машин та енергетичних засобів; систем моніторингу якості роботи агрегатів. Відсутня прозора методика економічної оцінки ефективності використання механізованих агротехнологій з урахуванням коефіцієнта якості.

Постановка завдання. Обґрунтування методики розрахунку показників ефективності використання машинних агрегатів при виконанні механізованих робіт з урахуванням впливу робочої швидкості, рівномірності глибини обробітку, робочої довжини гону, твердості ґрунту та їх вплив на зміну врожайності культур та якість продукції.

Матеріали і методи дослідження. Аналіз літературних джерел, досвід агропідприємств та власні спостереження дають підстави зробити висновок, що робочі режими та параметри використання машинних агрегатів мають вплив на врожайність культур.

Кожна окрема одиниця аграрної техніки для виконання механізованої технологічної операції комплектується у машинний агрегат, який безпосередньо виконує операцію. Машинні агрегати, які забезпечують кожну операцію у технології вирощування складають комплекс машин для вирощування аграрної культури. Саме кількісний і якісний склад комплексу машин формує показник врожайності у розрізі механізації виконання операцій за рахунок ступеня забезпечення агропромислом. Основою для визначення втрат врожаю агрокультури з урахуванням можливостей техніки забезпечити агропромисли є доля зниження врожаю (Melnyk & Zubko, 2009).

На кожній технологічній операції граничний показник забезпечення агропромислом (Melnyk & Zubko, 2009):

$$B_i = (100 - C_i) / 100, \quad (1)$$

де C_i – вплив i -ї операції на зниження врожаю, %.

Втрати врожаю агрокультури прямопропорційні забезпеченню агропромислом машинним агрегатом. Залежність граничного забезпечення значення агропромислом на технологічній операції (O) від показника якості забезпечення операції агрегатом ($k_{ма}$) описується рівнянням $O = a \cdot k_{ма} + b$ (Melnyk & Zubko, 2009). Доведено:

$$\sum_{i=1}^l a_i = 1;$$

$$\sum_{i=1}^l b_i = N - a,$$

де N – загальна кількість механізованих технологічних операцій.

Граничний показник забезпечення вимог безпосередньо комплексом машин:

$$O = (\sum_{i=1}^l P_i) / N, \quad (2)$$

де P_i – значення показника забезпечення вимог i -ї операції.

Для конкретного комплексу машин підставивши замість $k_{ма}$ показник якості кожної машини отримаємо загальне значення втрат врожаю (Melnyk & Zubko, 2009).

$$V = (1 - O) \cdot 100 \cdot N. \quad (3)$$

Остаточне значення показника врожайності агрокультури для конкретного комплексу машин дорівнює:

$$U_{ф.а} = (U_3(100 - F)) / 100, \quad (4)$$

де U_3 – планова врожайність, т/га;

F – показник зниження урожайності, %.

Значення показника агропромислом енергетичних засобів та аграрних машин формується:

$$k_m = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^E (1 - \frac{A_{mi} - A_{si}}{G}), \quad (5)$$

де E – загальна кількість показників;

A_m – значення показника агропромислом агромашин;

A_s – значення показника агропромислом до механізованої технологічної операції;

G – показник механізованої технологічної операції (наприклад, норма висіву, глибина обробітку тощо).

На основі даних формується показник якості виконання механізованих технологічних операцій агрегатом (Melnyk & Zubko, 2009):

$$k_{ма} = 1 - \sum_{i=1}^{n_m} k_{m_i}, \quad (6)$$

де n_m – кількість машин у складі агрегату.

Значення показника якості робіт комплексом машин, який досліджується, формується наступним чином:

$$k_{КМ} = 1 - (\sum_{i=1}^N k_{ма_i} / N). \quad (7)$$

Під час польових досліджень ефективності використання машинних агрегатів на різних режимах роботи та при різних технологічних параметрах, було встановлено різний ступінь забезпечення показника якості (створення умов машинним агрегатом у відповідності до потреб рослин). В реальних виробничих умовах встановлено вплив таких показників, як: робоча швидкість, рівномірність глибини обробітку, робоча довжина гону, твердість ґрунту.

Аналіз результатів польових досліджень показує, що робоча швидкість має вплив на якість, а саме:

- при проведенні обробітку ґрунту дисковими знаряддями та при оранці зниження фактичної робочої швидкості впливає на ступінь кришення ґрунту, знижуючи його, знижується відсоток заробляння рослинних рештків, не забезпечується глибина обробітку;

- при проведенні сівби збільшення показника швидкості впливає на рівномірність глибини сівби, виникає ефект галопування посівного матеріалу, у насіннєвому ложі спостерігається більший відсоток осипаного ґрунту;

- при проведенні обприскування збільшення швидкості призводить до зносу робочого розчину, рівномірності нанесення робочого розчину на рослину;

- при проведенні збирання підвищення робочої швидкості призводить до зростання втрат продукції, збільшення відсотку пошкодженого врожаю.

Аналіз результатів польових досліджень показує, що глибина обробітку має вплив на якість, а саме:

- при проведенні обробітку ґрунту дисковими знаряддями збільшення робочої глибини обробітку ґрунту впливає на ступінь кришення ґрунту, збільшуючи його, підвищується відсоток заробляння рослинних рештків, підвищується відсоток подрібнення рослинних рештків, а значить і зменшує час на їх розкладання;

- при проведенні сівби збільшення показника глибини впливає на рівномірність по глибини сівби, збіль-

шення показника глибини забезпечує підвищення стійкості руху сошника та зменшує його коливання у борозні, збільшення глибини дозволяє проводити сівбу, як правило, у більш вологий ґрунт.

Аналіз результатів польових досліджень показує, що довжина гону має вплив на якість, а саме: при виконанні механізованої технологічної операції у машинного агрегату є технологічний розгін на початку гону та технологічне гальмування в його кінці. Саме ці ділянки характеризуються низьким показником якості. Це пояснюється виходом на робочий режим машинного агрегату і забезпечення робочими органами встановлених показників якості.

Аналіз результатів польових досліджень показує, що твердість ґрунту має вплив на якість, а саме:

- при проведенні обробітку ґрунту дисковими знаряддями та при оранці збільшення фактичної твердості ґрунту підвищує опір машинного агрегату, передують ущільненню ґрунту, створює умови, при яких робочому органу важко «влязати у ґрунту», передують нерівномірності обробітку ґрунту;
- при проведенні сівби збільшення твердості ґрунту впливає на рівномірність глибини сівби.

Все це приводить до зростання навантаження на техніку та зниження її ресурсу.

Для реалізації поставлених завдань та досягнення мети було заплановано ряд експериментальних досліджень та польових експериментів. Експериментальні дослідження поділялися на лабораторно-польові випробування та обчислювальні експерименти.

Дослідження проводились у різних господарствах Сумської області та на різних агрегатах протягом 5-ти років: дослідні поля Сумського НАУ, СТОВ «Промінь», ТОВ «Ворожба-Латінвест», СТОВ ім. Шевченка, ТДВ «Племзавод Михайлівка», ФГ «Кузін В. С.», на полях Інституту сільського господарства Північного Сходу. Досліджені умови, у яких вироблялась аграрна продукція, зміна властивостей посівного матеріалу й рослин та інші умови, які вимагає агрокультура для росту й розвитку.

Дослідження проводилися спільно з Лозівським ковальсько-механічним заводом, компаніями Elvortі та ATS Україна (Horsch) на території України.

Отже, при проведенні обробітку ґрунту дисковими знаряддями визначені такі (таблиця 1) показники якості з допусками (Biletskyi et al., 2010; Saiko et al, 2015).

Проведені дослідження направлені на підвищення адекватності методики розрахунку техніко-експлуатаційних показників роботи машинних агрегатів (Melnyk et al, 2015). Результати аналізу даних, отриманих за вдосконаленою методикою, можуть бути використані при обґрунтуванні складу машинних агрегатів і парку машин в цілому для виробництва продукції рослинництва.

Для визначення показників якості роботи машинних агрегатів у польових умовах використано методики визначення показників якості та контролю умов проведення механізованих технологічних операцій, за процесом створення умов росту й розвитку рослин, розміщення насіння у середовищі росту й розвитку, накопичення енергії (маси) агрокультурою, збереження накопиченої маси.

Було досліджено показники якості при проведенні обробітку ґрунту дисковими знаряддями з використанням агромашин Дука́т 2,5, Дука́т 8, PALLADA, HORSCH Joker 6 RT.

На рис. 1 наведені результати досліджень роботи дискових агрегатів при різній робочій швидкості.

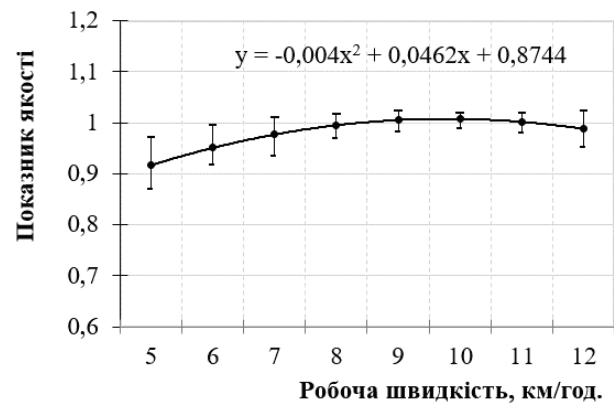


Рис. 1. Зміна показника якості при зміні робочої швидкості

Дослідження проводилися на швидкісному режимі з урахуванням тих режимів, які найчастіше використовують при проведенні механізованої технологічної операції. Слід зауважити, що існують режими розгону, гальмування, об'їзду перешкод, вплив розміру полів.

Таблиця 1

Основні показники та вимоги і допуски до дискування

| Показники | Вимоги та допуски |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Відхилення середньої фактичної глибини обробітку ґрунту дисковими знаряддями, мм | не більше ± 15 |
| Вирівняність поверхні поля (довжина профілю), м | не більше 10,5 на відрізьку 10 |
| Агрегатний стан ґрунту, мм | грудки не більше 35 |
| Глибина западин або висота гребнів після обробки, см | не більше 4 |
| Перекриття суміжних проходів агрегатів (для дискових луццильників), мм | 150–200 |
| Підрізання бур'янів, % | 100 |
| Допустима кількість незаробленої стерні, % | до 4 |
| Огріхи, необроблені смуги | не допускаються |

Проведеними дослідженнями встановлено, що оптимальний швидкісний режим для виконання дискування є 8,5–10,5 км/год. Отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та швидкості, а саме:

$$k_{\text{я}} = -0,004V_p^2 + 0,0462V_p + 0,8744 \quad (8)$$

де $k_{\text{я}}$ – показник якості;

V_p – робоча швидкість, км/год.

На рис. 2 наведені результати досліджень роботи дискових агрегатів при різній глибині обробітку.

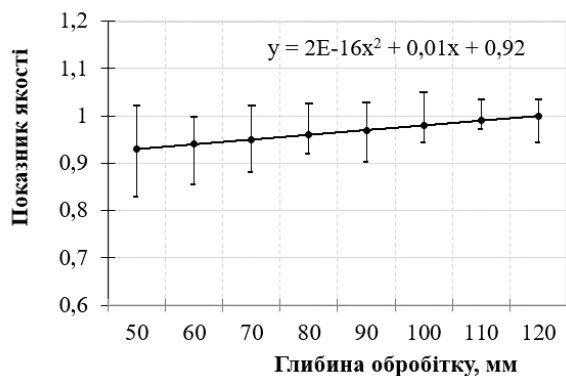


Рис. 2. Зміна показника якості при зміні глибини обробітку

Дослідження проводились при різній глибині обробітку з урахуванням тих режимів, які найчастіше використовують при проведенні механізованої технологічної операції. Проведеними дослідженнями встановлено, що оптимальною глибиною обробітку для виконання дискування є глибина від 120 мм. Отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та глибини обробітку, а саме:

$$k_{\text{я}} = 2E-16a^2 + 0,01a + 0,92 \quad (9)$$

де a – глибина обробітку, мм.

На рис. 3 наведені результати досліджень роботи дискових агрегатів при різній довжині гону.

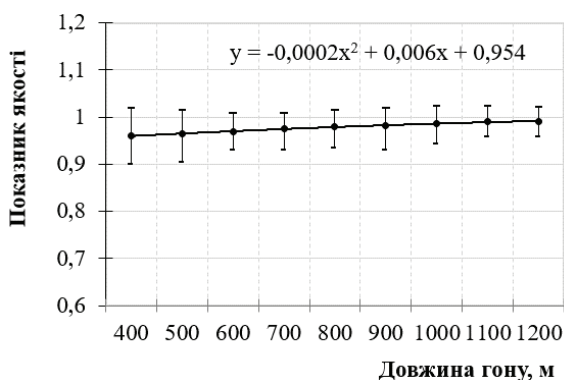


Рис. 3. Зміна показника якості при зміні довжини гону

Дослідження проводились на полях різної форми і з різними розмірами. Слід зауважити, що існують режими розгону, гальмування, об'їзду перешкод, вплив розміру полів, які особливо впливають на показник якості

виконання дискування. Доведено, що довжина гону має істотний вплив на забезпечення якості. Тому, чим більше значення має довжина гону, тим вищий показник якості буде в результаті. Отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та довжини гону, а саме:

$$k_{\text{я}} = -0,0002L^2 + 0,006L + 0,954 \quad (10)$$

де L – довжина гону, км/год.

На рис. 4 наведені результати досліджень роботи дискових агрегатів при різній твердості ґрунту.

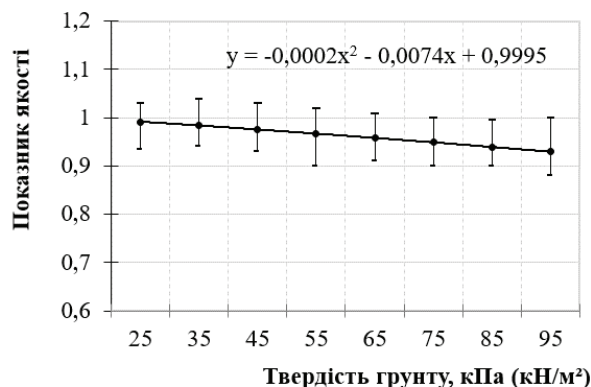


Рис. 4. Зміна показника якості при зміні твердості ґрунту

Дослідження проводились на полях з різною твердістю ґрунту. Це пов'язано з різними ґрунтово-кліматичними умовами, різними сівозмінами, різними технологіями вирощування культур. Проведеними дослідженнями встановлено, що твердість ґрунту має істотний вплив на забезпечення якості. Чим вище значення твердості ґрунту, тим нижчий показник якості буде в результаті. Отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та твердості ґрунту, а саме:

$$k_{\text{я}} = -0,0002P^2 - 0,0074P + 0,9995 \quad (11)$$

де P – твердість ґрунту, кПа (кН/м²).

Висновки. В сучасних умовах і навколишнє середовище і машини претирпають суттєвих системних змін. В результаті проведених досліджень встановлено залежність робочої швидкості, глибини обробітку, довжини гону та твердості ґрунту на забезпечення показника якості, який, в свою чергу, характеризує забезпечення потреб рослин (агротехнічні вимоги). Результати досліджень представляють необхідність дослідження режимів роботи машин.

Проведеними дослідженнями встановлено, що оптимальний швидкісний режим для дискування є 8,5–10,5 км/год. В результаті досліджень отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та швидкості: $k_{\text{я}} = -0,004V_p^2 + 0,0462V_p + 0,8744$

Проведеними дослідженнями встановлено, що оптимальною глибиною обробітку для виконання дискування є глибина від 120 мм. В результаті досліджень отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та глибини обробітку: $k_{\text{я}} = 2E-16a^2 + 0,01a + 0,92$.

Проведеними дослідженнями встановлено, що довжина гону має істотний вплив на забезпечення якості. Тому, чим більше значення має довжина гону, тим вищий показник якості буде в результаті. На основі проведених досліджень отримано рівняння, яке описує залежність показника якості виконання дискування та довжини гону: $k_p = -0,0002L^2 + 0,006L + 0,954$.

Дослідженнями встановлено, чим вище значення твердості ґрунту, тим нижчий показник якості буде у результаті. Отримано рівняння, яке описує залежність

показника якості виконання дискування та твердості ґрунту: $k_p = -0,0002P^2 - 0,0074P + 0,9995$.

Водночас отримані дані планується використати у методиці визначення техніко-експлуатаційних показників роботи машинних агрегатів та комплексного розрахунку ефективності використання комплексу машин при виробництві продукції рослинництва.

Отримані емпіричні залежності дають можливість підвищити адекватність методики отримання техніко-експлуатаційних показників.

Бібліографічні посилання:

1. Bondar S. M. (2002). Obgruntuvannia ratsionalnogo skladu ta efektyvnoho vykorystannia kompleksiv mashyn dlia osnovnogo obrobittu ґрунту v umovakh zony Polissia Ukrainy [Justification of the rational composition and effective use of machine complexes for the main tillage in the conditions of the Polissia zone of Ukraine]: Avtoreferat dysertatsii kandydata tekhnichnykh nauk: 05.05.11 mashyny i zasoby mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva. Kyiv. 19 s. (in Ukrainian).
2. Bondar S. M., Melnyk I. I. (2000). Osnovni problemy mashynovykorystannia v suchasnykh tekhnolohiiakh obrobittu ґрунту Polissia Ukrainy [The main problems of machine use in modern technologies of soil cultivation in the Polish region of Ukraine]. Naukovyi visnyk NAU. Vyp. 33. S.101-107 (in Ukrainian).
3. Melnyk I. I., Marchenko V. V., Mykhailovych Ya. M. (2001). Optymizatsiia kompleksiv mashyn i struktury mashynnoho parku ta planuvannia tekhnichnogo servisu [Optimization of machine complexes and the structure of the machine park and planning of technical service]. Kyiv: NAU. 120 s. (in Ukrainian).
4. Hrechkosii V. D., Dmytryshak M. Ya., Shatrov R. V., Mokriienko V. A. (2013). Kompleksna mekhanizatsiia buriakivnytstva [Complex mechanization of beet growing]. Vinnytsia: Nilan. 357 s. (in Ukrainian).
5. Pastukhov V. I. (2006). Obgruntuvannia optymalnykh kompleksiv mashynnykh ahrehativ dlia mekhanizatsii polovykh robit [Justification of optimal complexes of machine units for the mechanization of field work.]. Dysertatsiia na здобuttia naukovoho stupenia doktora tekhnichnykh nauk po spetsialnosti 05.05.11 – mashyny i zasoby mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva. Kharkiv. 419 s. (in Ukrainian).
6. Flehantov L. O., Ovsiienko Yu. I. (2019). Optymizatsiia kilkisnogo skladu zbyralno-transportnogo kompleksu silskohospodarskykh mashyn zasobamy Excel [Optimizing the quantitative composition of the collection and transport complex of agricultural machines using Excel.]. Kharkivskiy Natsionalnyi tekhnichnyi universytet silskoho hospodarstva. Vyp. № 199. S. 366-379. (in Ukrainian).
7. Kovtun Yu. I., Mazorenko, D. I., Pastukhov, V. I. (2000). Ahrokalimetriia [Agroqualimetry]. Kharkiv: RVP Oryhinal. 312 s. (in Ukrainian).
8. Melnyk I. I., Tyvonenko I. H., Fryshev S. H. (2007). Inzhenernyi menedzhment. Navchalnyi posibnyk [Engineering management. Tutorial]. Vinnytsia: Nova knyha. 536 s. (in Ukrainian).
9. Melnyk I. I., Zubko V. M., Khvorost T. V. (2015). Informatsiina tekhnolohiia otsinky roboty mashynnykh ahrehativ [Information technology for evaluating the operation of machine units.]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo tekhnichnogo universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka. - Vyp. 156. - S. 222-230. (in Ukrainian).
10. Biletskyi Ye. M., Bobro M. A., Bulyhin S. Yu. (2010). Suputnyk ahronoma: (dovidnyk) [Agronomist's companion: (handbook)]. Kharkov: KhNAU. 256 s. (in Ukrainian).
11. Saiko V. F., Maliienko A. M., Kolomiets M. V. (1987). Dovidnyk po vyznachenniu yakosti polovykh robit [Guide to determining the quality of field work]. Kyiv: Urozhai. 120 s. (in Ukrainian).
12. Melnyk I. I., Zubko V. M. (2009). Metodyka prohnozuvannia vtrat vrozhaiu ozymoho ripaku z urakhuvanniam mozhlyvosti zabezpechennia ahrovymoh vykonannia operatsii mashynnykh ahrehatamiyu [The method of forecasting winter rapeseed crop losses, taking into account the possibilities of meeting the agricultural requirements of performing operations with machine units]. Naukovyi visnyk Natsionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. – Kyiv: NUBiP. 2 Vyp. 134, ch.2. – S. 37-41. (in Ukrainian).

Zubko V. M., Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Khvorost T. V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Melnyk V. I., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Pankova O. V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kharkiv National Automobile and Road University, Kharkiv, Ukraine

Kovalenko Yu. S., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Investigation of the influence of discussion conditions on the quality indicator

The intense processes of climate change and the growing pace of population change on earth require new approaches to efficiency in agricultural production. Every hectare must be used as efficiently as possible. It is the mechanization of the cultivation of agricultural crops that hides the hidden potential of the efficiency of agricultural production in the field of crop

production. One of the urgent problems of the industry is ensuring the quality of mechanized technological operations. The productivity of agricultural crops in modern conditions depends on 25–30% of the available means of mechanization.

The conducted studies established that the works devoted to the efficiency of mechanized technological operations do not contain data and do not provide for the possibility of determining and analyzing the impact of the quality of field work performed by machine units on productivity.

The analysis of literary sources, the experience of agricultural enterprises, and our own observations give grounds for concluding that the working modes and parameters of the use of machine aggregates have an impact on the yield of crops. It is the quantitative and qualitative composition of the complex of machines that forms the yield indicator in terms of the mechanization of operations due to the degree of provision of agricultural requirements. During field studies of the effectiveness of the use of machine units in different operating modes and with different control parameters, a different degree of ensuring the quality indicator was established (the creation of conditions by the machine unit in accordance with the needs of the plants). In real production conditions, the influence of such indicators as working speed, uniformity of tillage depth, working furrow length, and soil hardness has been established. Research was conducted in various farms of the Sumy region and on various units for 5 years. The research was carried out jointly with the Loziv Forging and Mechanical Plant, the companies Elvorti and ATS Ukraine (Horsch) on the territory of Ukraine.

Quality indicators during tillage with disc tools were investigated. The obtained empirical dependencies make it possible to increase the adequacy of the technique of obtaining technical and operational indicators.

Key words: agricultural requirements, agrotechnical requirements, quality indicator, yield.