

УДК 631.171

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.48-55>

**Р.Б. Кудринський**, ст. наук. співр., канд. техн. наук, **В.І. Днесь**, ст. дослідник, канд. техн. наук, **С.О. Крупич**

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, Глеваха, Україна*

*e-mail: kudsl@ukr.net, dnes.viktor@ukr.net, sokrupych1@gmail.com*

## Методичний підхід до обґрунтування експлуатаційних показників машинно-тракторного агрегату за енергоощадних технологій

У статті розглядається математична модель визначення експлуатаційних показників машинно-тракторного агрегату, для визначення раціонального парку машин господарства, який забезпечує виконання робіт із мінімальними експлуатаційними затратами та в оптимальні агротехнічні строки.

Отримано структуру експлуатаційних витрат під час вирощування сільськогосподарських культур за різних технологій. Закономірності зміни експлуатаційних витрат на вирощуванні сільськогосподарських культур за технологій No-till і Strip-till.

Застосування даних закономірностей дає можливість ще на етапі планування отримати прогностичні значення ефективності використання машинно-тракторного парку господарства.

**технічні засоби, планування механізованих робіт, комплектування машинно-тракторного парку**

**Постановка проблеми.** Економіко-математична модель задачі обґрунтування оптимального складу МТП містить у собі функцію мети або критерій оптимізації й обмеження, що обумовлені умовами задачі. Можливі наступні обмеження: вимоги агротехніки до якості виконання операцій, які задаються умовами агротехніки виробництва відповідного виду продукції та приймаються сталими; календарні та агротехнічні терміни виконання робіт, які залежать від вирощуваної культури, стану поля, погодних умов і є змінними; вартість технічних засобів, яка зумовлює величину експлуатаційних затрат.

Під час вирішення завдань аграрного виробництва критерієм оптимізації звичайно приймають максимум або мінімум окремо виражених цільових функцій (функціоналів). Це може бути: максимальна продуктивність машинних агрегатів, мінімальна їх кількість, мінімальні витрати пального, мінімум балансової вартості машин, мінімум витрат на утримання та експлуатацію комплексів машин, мінімум обслуговуючого персоналу, мінімум робочих днів, максимум обсягу виробництва кінцевої продукції. Все ж таки найкраще вимогам господарського, системного та ситуативного підходів до вибору раціонального складу комплексів машин відповідають приведені витрати, тобто коли за оптимальний приймають варіант складу парку, для якого сума витрат на придбання, утримання в господарстві комплексу машин і виконання всіх робіт є найменшою.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Серед множини факторів, що впливають на стан складної динамічної системи, яку визначає поставлена задача, за твердженнями різних авторів [1–3], основну роль відіграють склад машинних агрегатів, які призначені для виконання тієї чи іншої технологічної операції, умови їх роботи, агротехнічні строки виконання операцій, обсяги робіт на кожній із них, а також площі

вирощування сільськогосподарських культур.

Першим кроком розрахунку експлуатаційних показників комплексів машин для виробництва продукції за різних систем землеробства є аналіз і уточнення, за необхідності, технологічних регламентів виробництва продукції рослинництва. Наступним кроком є розробка технологічних карт, за допомогою яких дано техніко-економічну оцінку технологічних процесів і комплексів машин.

До основних експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів за твердженням автора [4] можна віднести: тяговий опір; середня експлуатаційна швидкість у виробничих умовах; радіус повороту; коефіцієнт робочих ходів; коефіцієнт технологічного обслуговування; коефіцієнт надійності технологічного процесу; коефіцієнт технічного обслуговування; коефіцієнт експлуатаційної надійності; коефіцієнт використання часу; продуктивність за 1 годину чистої роботи; продуктивність за 1 годину змінного часу; витрата пального на одиницю обробленої площі.

**Постановка завдання.** Сформулювати математичну модель визначення експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів.

**Виклад основного матеріалу.** Одними з основних техніко-експлуатаційних показників машинно-тракторного парку (МТП) виступають показники для оцінювання рівня його використання – загальний рівень виконання плану тракторних робіт, середньорічний виробіток на трактор кожної марки, середньорічний, середньоденний та середньозмінний виробіток на трактор, коефіцієнт змінності, коефіцієнт використання річного фонду робочого часу тощо.

Математична модель визначення експлуатаційних показників МТА, яка базується на ДСТУ 4397:2005 «Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування» [5] враховує основні експлуатаційні показники роботи МТА, дає можливість ще на етапі планування роботи машинно-тракторних агрегатів отримати прогностні значення ефективності використання машинно-тракторного парку господарства.

У загальному випадку математичну модель визначення експлуатаційних показників МТА на вирощуванні сільськогосподарських культур у загальному вигляді можна записати таким виразом:

$$E_n = f(Z_a, Z_{пмм}, Z_{оп}, Z_{пто}, Z_c, Z_k, Z_{зб}),$$

де  $Z_a$  – затрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{пмм}$  – затрати на паливо мастильні матеріали;

$Z_{оп}$  – затрати на оплату праці;

$Z_{пто}$  – затрати на ремонт і технічне обслуговування;

$Z_c$  – затрати на страхування;

$Z_k$  – затрати на погашення кредитів

$Z_{зб}$  – затрати на зберігання.

Були враховані наступні основні фактори, які впливають на стан складної динамічної системи: склад машинних агрегатів, які призначені для виконання тієї чи іншої технологічної операції, умови їх роботи, агротехнічні строки виконання операцій, обсяги робіт на кожній із них, а також площі вирощування сільськогосподарських культур.

Затрати праці, коштів, енергії та ін. на виконання даної технологічної операції визначали опираючись на результати досліджень авторів [4, 8–10] наступним чином:

$$R_j^0 = \frac{r_{ij} \cdot \Theta_j}{W_{ij}}, \quad (1)$$

де  $R_j^0$  – затрати на весь обсяг робіт на  $j$ -тій операції;

$r_{ij}$  – годинні затрати при роботі  $i$ -того агрегату на  $j$ -тій операції, грн/год;

$W_{ij}$  – годинна продуктивність  $i$ -того агрегату на  $j$ -тій операції, га (т);

$\Theta_j$  – обсяг робіт на  $j$ -тій операції, га (т).

Обсяг робіт при виконанні  $j$ -тої операції дорівнює:

$$\Theta_j = S_k \cdot k_j, \quad (2)$$

де  $S_k$  – площа вирощування даної сільськогосподарської культури, га;

$k_j$  – коефіцієнт, який враховує обсяг робіт на одиниці площі.

Підставивши у формулу (1) замість  $\Theta_j$  його значення із формули (2) одержали:

$$R_j^0 = \frac{r_{ij} \cdot S_k \cdot k_j}{W_{ij}}. \quad (3)$$

Встановивши, застосовуючи формулу (2), обсяг робіт  $\Theta_j$  можна визначити годинні обсяги робіт ( $\varpi_j$ ):

$$\varpi_j = \frac{S_k \cdot k_j}{T_j}, \quad (4)$$

де  $T_j$  – час, який відводиться на виконання  $j$ -тої операції.

Виходячи із агротехнічно-допустимого швидкісного режиму виконання  $j$ -тої технологічної операції, питомого опору ґрунту, фону поля, параметрів технічної характеристики енергетичного засобу дотична сила тяги останнього за можливостями двигуна дорівнює:

$$P_k = \frac{3,6 N_H \cdot \eta_{MG}}{\mathcal{G}_D}, \quad (5)$$

де  $P_k$  – дотична сила тяги, кН;

$N_H$  – номінальна потужність двигуна, кВт;

$\eta_{MG}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

$\mathcal{G}_D$  – допустима робоча швидкість агрегату, км/год.

Для збиральних агрегатів, які обмолочують або подрібнюють продукцію, максимально допустима робоча швидкість руху за умов оптимального завантаження машини за пропускною здатністю визначалася залежністю:

$$\mathcal{G}_D = \frac{3,6 \cdot g_\phi}{B_p \cdot Q}, \quad (6)$$

де  $g_\phi$  – пропускна здатність машини, кг/с;

$B_p$  – робоча ширина захвату машини, м;

$Q$  – урожайність продукції, т/га.

У зв'язку з тим, що рушійна сила обмежується силою зчеплення ведучих коліс енергозасобу з ґрунтом, її значення розраховувалось:

$$F_{\max} = G_{mp} \cdot g \cdot \mu \cdot \varphi, \quad (7)$$

де  $F_{\max}$  – максимальна сила зчеплення ведучих коліс енергозасобу з ґрунтом, кН;

$G_{mp}$  – маса енергетичного засобу, т;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\mu$  – коефіцієнт зчеплення ведучих коліс енергозасобу з ґрунтом.

$\varphi$  – коефіцієнт, який враховує розподіл маси енергетичного засобу на ведучий апарат.

Основні сили опору руху енергетичних засобів ( $P_c$ ) визначалася:

$$P_c = G_{mp} \left( f \pm \frac{i}{100} \right), \quad (8)$$

де  $f$  – коефіцієнт опору перекошування;

$i$  – нахил місцевості, %.

Для багатоопераційних агрегатів спочатку визначається можлива ширину захвату машинного агрегату:

$$B_m = \frac{P_{zak}}{\sum_{\xi=1} R_{\xi} B_{\xi}}. \quad (9)$$

де  $B_m$  – максимальна теоретична ширина захвату агрегату, м;

$R_{\xi}$  – опір машини  $\xi$ -того типу, кН;

$B_{\xi}$  – конструкційна ширина захвату машини  $\xi$ -того типу, м.

Робоча швидкість агрегату з урахуванням буксування рушіїв визначається з залежності:

$$g_p = g_d \cdot \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (10)$$

де  $g_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год;

$\delta$  – буксування рушіїв, %.

Продуктивність технологічних машинних агрегатів визначається за відомою формулою:

$$W_T = 0,36 \cdot B \cdot \beta \cdot g_p \cdot \tau, \quad (11)$$

де  $W_T$  – продуктивність агрегату за годину зміни;

$B$  – конструктивна ширина захвату агрегату, м;

$\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату;

$g_p$  – робоча швидкість агрегату, м/с;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни;

$\varepsilon$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності навантажувально-розвантажувальних засобів;

$W_n$  – технічна продуктивність навантажувально-розвантажувальних засобів, т/год.

Знаючи годинний обсяг робіт і продуктивність машинних агрегатів можна визначали необхідну цілочислову кількість машинних агрегатів для виконання кожної технологічної операції:

$$X_{ij} = \left\lceil \frac{\varpi_j}{W_{ij}} \right\rceil. \quad (12)$$

Оцінку роботи машинних агрегатів визначаємо за показниками приведених витрат, затрат робочого часу, витрат палива на гектар обробітку, тощо.

Техніко-економічну оцінку технологічних комплексів машин визначали через величину прямих експлуатаційних затрат на вирощування та збирання урожаю сільськогосподарських культур [5].

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної роботи розраховані на кожну технологічну операцію за відомими формулами.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю виконаної агрегатом роботи (3) визначали за формулою:

$$Z = Z_{on} + Z_{nmm} + Z_a + Z_{pmo}, \quad (13)$$

де  $Z_{on}$  – оплата праці обслуговуючого агрегат персоналу, грн/га;

$Z_{лмм}$  - вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

$Z_a$  - відрахування на амортизацію трактора і сільськогосподарських машин, які входять до складу агрегату, грн/га;

$Z_{пто}$  - відрахування на капітальний і поточний ремонт, та технічне обслуговування тракторів і машин, що входять до складу МТП, грн/га.

Приведені затрати ( $\Pi_3$ ) на машинний агрегат визначали за формулою:

$$\Pi_3 = Z + eK, \quad (14)$$

де  $e$  – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ( $e = 0,15$ );

$K$  – величина питомих капітальних вкладень, грн/га:

Для розрахунку потреби в машинно-тракторному в зоні Степу було здійснено розподіл господарств на 7 груп за площею ріллі: до 50 га, 51-100 га, 101-500 га, 501-1000 га, 1001-2000 га, 2001-3000 га та більше 3001 га. Також було прийнято, що в господарстві застосовується інтенсивна технологія вирощування рілльничої продукції (No-Till чи Strip-Till), 4-пільна сівозміна з наступною структурою посівних площ сільськогосподарських культур: під зерновими – 55-60%; під технічними – 10-20; під чорним паром – 10-20%.

На підставі досліджень з використанням розробленого програмного забезпечення визначено мінімально необхідну кількість технічних засобів для комплектування машинно-тракторних аграрних для п'яти груп господарств степової зони, а саме 101-500 га, 501-1000 га, 1001-2000 га, 2001-3000 га та більше 3001 га.

У результаті техніко-економічної оцінки технологічних процесів і комплексів машин для виробництва продукції рослинництва за інтенсивною та органічною системами землеробства встановлено, що в структурі сукупних експлуатаційних затрат при вирощуванні сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією (No-till, Strip-till) в структурі сукупних експлуатаційних затрат на вирощуванні сільськогосподарських культур 55...66% складають затрати на технологічні матеріали, а в системі органічного землеробства близько 75 % складають затрати на технічні засоби (рис. 1).

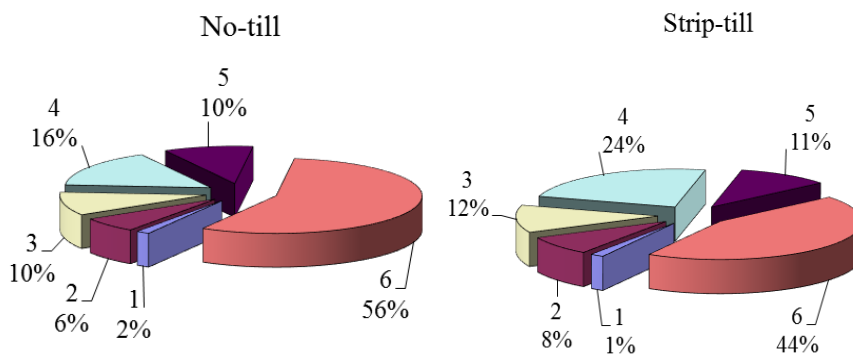


Рисунок 1 – Структура експлуатаційних витрат під час вирощування сільськогосподарських культур за різних технологій:

1 – оплата праці; 2 – ПММ; 3 – ремонт і ТО; 4 – амортизація; 5 – насіння та посадковий матеріал; 6 – добрива і ЗЗР

Джерело: розроблено авторами

Визначено експлуатаційні витрати на вирощуванні сільськогосподарських культур при однаковій номенклатурі МТП за різних технологій та посівної площі господарства.

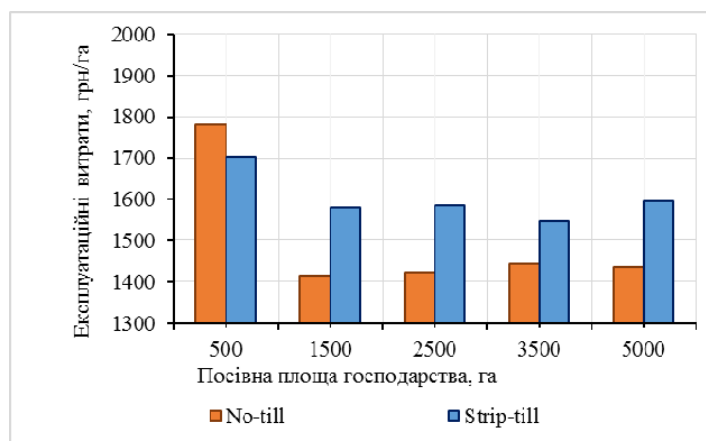


Рисунок 2 – Залежність експлуатаційних витрат на вирощування сільськогосподарських культур за однакової номенклатури МТП від посівної площі господарства

*Джерело: розроблено авторами*

Для різних видів робіт параметри технічних засобів які входять до складу технологічних комплексів машин узгоджують за шириною захвату, продуктивністю та коефіцієнтом завантаження, що дозволяє підвищити ефективність їх використання. За таких умов параметри допоміжних машин узгоджують з параметрами машин для виконання головної технологічної операції.

**Висновки.** 1. Вибір технічних засобів необхідно здійснювати з урахуванням вимог агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, зональних ґрунтово-кліматичних умов та стану полів. Для забезпечення виконання робіт з мінімальними експлуатаційними затратами комплектувати машинно-тракторний парк необхідно технічними засобами, які забезпечують якісне виконання робіт в оптимальні агротехнічні строки.

2. Встановлено, що в структурі сукупних експлуатаційних затрат на вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією близько 55...66% складають затрати на технологічні матеріали, які використовуються під час вирощування сільськогосподарських культур.

3. Розроблена математична модель із визначення експлуатаційних показників роботи МТА дає можливість ще на етапі планування отримати прогностні значення ефективності використання машинно-тракторного парку господарства.

## Список літератури

1. Губко В. Р., Диденко Н. К., Финн Э. А. Использование системы машин в растениеводстве. Киев : Урожай, 1977. 320 с.
2. Ільченко В. Ю., Карасьов П. І., Лімонт А. С. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ : Урожай, 1993. 288 с.
3. Сидорчук О. В., Сенчук С. Р. Інженерний менеджмент: системо-техніка виробництва: навчальний посібник. Львів : ЛДАУ, 2006. 127 с.
4. Адамчук В.В., Сидорчук О.В., Мироненко В.Г. Системно-проектні підстави управління парком машин сільськогосподарських товаровиробників. *Вісник аграрної науки*. 2014. №11. С.33–40.
5. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.
6. Грицишин М. І. Методологічні основи комплектування МТП аграрних підприємств в умовах обмеженого ресурсного забезпечення. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб. ННЦ «ІМЕСГ»*. 2014. Вип. 99, т. 2. С. 392–400.
7. Кудринський Р. Б., Грицишин М. І. Обґрунтування ефективних технологічних комплексів машин для виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб. ННЦ «ІМЕСГ»*. 2015. Вип. № 1 (100). С. 250–259.

8. Шлапак М.А. Розвиток асоціативних форм використання сільськогосподарської техніки: дис. ... д-ра с.-г. наук : 08.00.04 / Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир, 2018. 224с.
9. Мельник І. І., Гречкосій В. Д., Марченко В. В. Оптимізація комплексів машин і структури машинно-тракторного парку та планування технічного сервісу. Київ : Видавничий центр НАУ, 2001. С. 5–47.
10. Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. Київ : Вища школа, 1983. 147 с.
11. Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик В.І. Аналіз методів дослідження та моделей подій у проєктах на різних етапах планування збирання ранніх зернових. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: наук. журнал*. 2011. №7. С.141–144.

## References

1. Gubko, V.R., Didenko, N.K. & Finn, E.A. (1977). *Ispolzovaniye sistemy mashin v rasteniyevodstve* [Use of machine system in crop production]. Kiyev : Urozhay [in Russian]
2. Ilchenko, V.Yu., Karasov, P.I. & Limont, A.S. (1993). *Ekspluatatsiya mashynno-traktornoho parku v ahrarnomu vyrobnytstvi* [Operation of the machine and tractor fleet in agricultural production]. Kyiv : Urozhay, 288 s. [in Ukrainian]
3. Sydorhuk, O.V. & Senchuk, S.R. (2006). *Inzhenernyy menedzhment: systemo-tekhnika vyrobnytstva: navchalnyy posibnyk* [Engineering management: system engineering of production: study guide]. Lviv : LDAU, [in Ukrainian]
4. Adamchuk, V.V., Sydorhuk, O.V. & Myronenko, V.H. (2014). Systemno-proektni pidstavy upravlinnya parkom mashyn silskohospodarskykh tovarovyrobnykiv [System and project bases of managing the fleet of machines of agricultural producers]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Herald of Agrarian Science*, 11, 33–40. [in Ukrainian]
5. Silskohospodarska tekhnika. Metody ekonomichnoho otsynuyannya tekhniki na etapi vyprobuvannya [Agricultural machinery. Methods of economic evaluation of equipment at the test stage]. (2005). DSTU 4397:2005. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrayiny [in Ukrainian]
6. Hrytsyshyn, M.I. (2014). Metodolohichni osnovy komplektuvannya MTP ahrarnykh pidpryyemstv v umovakh obmezhenoho resursnoho zabezpechennya [Methodological bases of MTP equipment of agrarian enterprises in conditions of limited resource provision]. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva zahal'nodержavnnyy zbirnyk NNTS «IMESH» – Mechanization and Electrification of Agriculture, national collection of the NSC "IMESG", Issue 99, Vol. 2, 392–400* [in Ukrainian].
7. Kudrynetskyi, R.B., Hrytsyshyn, M.I. (2015). Obruntuvannya efektyvnykh tekhnolohichnykh kompleksiv mashyn dlya vyrobnytstva produktsiyi roslynnytstva v silskohospodarskykh pidpryyemstvakh [Justification of effective technological complexes of machines for the production of plant products in agricultural enterprises]. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva zahal'nodержavnnyy zbirnyk NNTS «IMESH» – Mechanization and electrification of agriculture: general government. coll. NSC "IMESG", Issue 1 (100), 250–259* [in Ukrainian].
8. Shlapak, M.A. (2018). Rozvytok asotsiatsijnnykh form vykorystannia sil'skohospodars'koi tekhniki [Development of associational forms of agricultural machinery use]. *Doctor's thesis.. Zhytomyr* [in Ukrainian].
9. Melnyk, I.I., Hrechkosiy, V.D. & Marchenko, V.V. (2001). *Optymizatsiya kompleksiv mashyn i struktury mashynno-traktornoho parku ta planuvannya tekhnichnoho servisu* [Optimization of machine complexes and the structure of the machine-tractor park and planning of technical service.]. Kyiv : Vydavnychy tsestr NAU [in Ukrainian]
10. Didenko, M.K. (1983). *Ekspluatatsiya mashynno-traktornoho parku* [Operation of the machine and tractor fleet]. Kyiv : Vyshcha shkola [in Ukrainian]
11. Sydorhuk, O.V., Dnes, V.I. & Skibchik, V.I. (2011). Analiz metodiv doslidzhennya ta modeley podiy u proektakh na riznykh etapakh planuvannya zbyrannya rannikh zernovykh [Analysis of research methods and event patterns in projects at different stages of early grain harvesting planning]. *Komp'yuterno-intehrovani tekhnolohiyi: osvita, nauka, vyrobnytstvo Naukovyy zhurnal – Computer-integrated technologies: education, science, production: scientific journal*, 7, 141–144 [in Ukrainian].

**Rostyslav Kudrynetskyi**, sen. resear. sci., PhD tech. sci., **Viktor Dnes**, PhD tech. sci., sen. resear., **Stepan Krupych**

*Institute of Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production of the National academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Glevakha, Ukraine*

**A Methodical Approach to Substantiating the Performance Indicators of the Machine-Tractor Unit Using Energy-saving Technologies**

The article considers a mathematical model for determining the operational indicators of a machine-tractor unit, for determining a rational fleet of farm machines that ensures the performance of work with minimal operating costs and in optimal agrotechnical terms.

The structure of operating costs during the cultivation of agricultural crops using different technologies was obtained. Patterns of changes in operational costs for growing crops using No-till and Strip-till technologies.

The application of these regularities makes it possible to obtain predictive values of the efficiency of the use of the farm's machine-tractor park even at the planning stage.

The choice of technical means must be carried out taking into account the requirements of agricultural techniques for growing agricultural crops, zonal soil and climatic conditions and the condition of the fields. To ensure the performance of works with minimal operating costs, it is necessary to equip the machine and tractor park with technical means that ensure high-quality performance of works in optimal agrotechnical terms. It was established that in the structure of the total operational costs for growing agricultural crops using intensive technology, about 55...66% are the costs of technological materials used during the cultivation of agricultural crops. The developed mathematical model for determining the performance indicators of the MTA makes it possible to obtain predictive values of the efficiency of the use of the farm's machine-tractor fleet even at the planning stage.

**technical means, planning of mechanized works, equipment of the machine and tractor park**

*Одержано (Received) 19.10.2022*

*Прорецензовано (Reviewed) 02.11.2022*

*Прийнято до друку (Approved) 26.12.2022*

УДК 631.632.3

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.55-65>

**Б. І. Котов**, проф., д-р техн. наук

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський, Україна*

**С. П. Степаненко**, ст. наук. співр., д-р техн. наук

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва, смт Глеваха, Україна*

*e-mail: stepanenko\_s@ukr.net*

**Р. А. Калініченко**, доц., канд. техн. наук

*ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна*

## Теоретичне дослідження поділу насінневого матеріалу за густиною зернівок конічною вібропневмоцентрифугою

В статті розглядаються дослідження поділу насінневого матеріалу за густиною зернівок конічною вібропневмоцентрифугою з врахуванням розподілу швидкості повітря в поперечному перетині аспіраційного каналу, для визначення раціональної форми та параметрів робочих органів конічної вібропневмоцентрифуги, а також технологічних показників роботи машини: подачі, витрат, ефективності поділу насінневого матеріалу на фракції. Науковими дослідженнями сформульовано вдосконалені математичні моделі переміщення зернівки у вібропневмоцентрифужному шарі конічної вібровідцентрової центрифуги, які враховують зміну дії відцентрової сили в залежності від координати зернівки за висотою конуса, що дозволяють з різним ступенем точності визначити параметри руху. Обґрунтовано, що при використанні конічної опорної поверхні вібровідцентрової центрифуги товщина перемішуючого шару зерна збільшується в напрямку руху і можна теоретичними розрахунками визначити раціональні геометричні та кінематичні параметри ротора, які забезпечують якісний поділ насінневого матеріалу за густиною.