

Марина О. Мікуліна<sup>1</sup>, Антон Д. Поливаній<sup>2</sup>

## ВПЛИВ ЦІНИ ПАЛЬНОГО НА СОБІВАРТІСТЬ ВИКОНАННЯ ПОЛЬОВИХ РОБІТ АГРАРНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ: АНАЛІЗ ТА СТРАТЕГІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

*В результаті проведених досліджень із залученням широкого спектру агромашин з різною кількістю корпусів та, відповідних за потужністю, енергетичних засобів радянського та зарубіжного виробництва було отримано залежності та визначено ступінь впливу вартості пального на загальну собівартість обробітку одного гектару поля. Було проведене порівняння та аналіз ступеня зміни собівартості агроробіт при ціні на дизельне паливо на рівні 40 грн/л та на рівні 60 грн/л які показали, що розбіжності у вартості обробітку між різними машинними агрегатами з підвищенням ціни палива стають більш помітними, якщо їх питома витрата палива не однакова. При ціні палива 40 грн/л, розбіжність між МА 1 (ЮМЗ-6АКЛ + Europal 5 Lemken) та МА 5 (К-700А + Europal 9 Lemken) складає 32%, а при ціні палива 60 грн/л ця розбіжність зростає до 43%.*

*Також у даній роботі були наведені та проаналізовані основні способи оптимізації підвищеної, в результаті зростання ціни пального, собівартості виконання польових робіт. З наведених способів був обраний та детально досліджений спосіб оптимізації, суть якого полягає в заміні енергетичних засобів у складі рухомого парку підприємства з менш енергоефективних моделей, в основному радянських, на більш енергоефективні, в основному європейські та американські. Оптимізація витрат для п'яти оновлених машинних агрегатів, що розглядатимуться, знаходилась в діапазоні 4.8 – 8.5%, а в середньому вона склала 6.5%.*

*За умови використання тих самих агромашин та незмінності інших параметрів оточуючого середовища, були проведені дослідження, в результаті яких визначено, що через меншу питому витрату палива зарубіжними тракторами, ступінь впливу зміни ціни пального на загальну собівартість виконання агроробіт для них значно менша, а отже, і підвищення ціни на енергоресурси не так сильно впливає на рентабельність аграрного підприємства, парк енергетичних засобів якого складається, здебільшого, із зарубіжних моделей, у порівнянні з аграрним підприємством, парк енергетичних засобів якого, здебільшого, складається з радянських та пострадянських моделей. Однак, враховуючи важливість й інших стратегій оптимізації, їх впровадження в поєднанні із заміною менш енергоефективних моделей енергетичних засобів дозволить досягти ще більш значних результатів у зниженні собівартості польових робіт у сільському господарстві.*

*Ключові слова:* паливо, собівартість робіт, енергетичний засіб, машинний агрегат (МА).

*Форм. 5. Рис. 5. Табл. 3. Літ. 10.*

*DOI: 10.32752/1993-6788-2023-1-264-46-58*

Maryna O. Mikulina<sup>1</sup>, Anton D. Polyvanyi<sup>2</sup>

## INFLUENCE OF THE PRICE OF FUEL ON THE COST OF PERFORMING FIELD WORK BY AN AGRICULTURAL ENTER- PRISE: ANALYSIS AND OPTIMIZATION STRATEGIES

*As a result of the conducted research involving a wide range of agricultural machines with different numbers of bodies and, corresponding in terms of power, energy means of Soviet and foreign production, dependencies were obtained and the degree of influence of the cost of fuel on the total*

<sup>1</sup> Sumy National Agrarian University, Ukraine.

<sup>2</sup> Sumy National Agrarian University, Ukraine.

cost of cultivation of one hectare of field was determined. A comparison and analysis of the degree of change in the cost of agricultural work at the price of diesel fuel at the level of UAH 40/l and at the level of UAH 60/l was carried out, which showed that differences in the cost of processing between different machine units with an increase in the price of fuel become more noticeable, if their specific fuel consumption is not the same. At a fuel price of UAH 40/l, the discrepancy between MU 1 (YUMZ-6AKL + Europol 5 Lemken) and MU 5 (K-700A + Europol 9 Lemken) is 32%, and at a fuel price of UAH 60/l, this discrepancy increases to 43 %.

Also, in this work, the main ways of optimizing the increased cost of field work, as a result of the increase in the price of fuel, were given and analyzed. From the above methods, an optimization method was chosen and studied in detail, the essence of which is to replace energy vehicles in the company's rolling stock from less energy-efficient models, mainly Soviet ones, to more energy-efficient ones, mainly European and American ones. Cost optimization for the five upgraded machine units to be considered was in the range of 4.8 - 8.5%, and on average it was 6.5%.

Under the condition of using the same agricultural machines and other parameters of the surrounding environment remaining unchanged, studies were conducted, as a result of which it was determined that due to the lower specific fuel consumption of foreign tractors, the degree of influence of fuel price changes on the total cost of agricultural work for them is significantly lower, and therefore an increase in the price of energy resources does not have such a strong impact on the profitability of an agricultural enterprise, whose fleet of energy equipment consists, for the most part, of foreign models, compared to an agricultural enterprise, whose fleet of energy equipment, for the most part, consists of Soviet and post-Soviet models. However, taking into account the importance of other optimization strategies, their implementation in combination with the replacement of less energy-efficient models of energy means will allow to achieve even more significant results in reducing the cost of field work in agriculture.

**Keywords:** fuel, cost price, energy source, machine unit (MU).

**Peer-reviewed, approved and placed:** 10.06.2023.

**Постановка проблеми.** Одним з ключових факторів, що впливають на рентабельність аграрних підприємств, є собівартість обробітку одного гектару поля. Цей показник, в свою чергу, великою мірою залежить від вартості пального, що використовують енергетичні засоби в процесі своєї роботи. В останні роки ми можемо спостерігати значне зростання цін на енергоресурси, зокрема на дизельне паливо. Це ставить під загрозу фінансову стабільність аграрного сектору та ефективність діяльності окремих аграрних підприємств.

У сучасних умовах, коли ціна палива змінюється динамічно, виникає потреба в аналізі та оптимізації собівартості виконання польових робіт аграрними підприємствами. Це передбачає встановлення впливу вартості пального на загальну собівартість обробітку одного гектару поля та знаходження дієвих способів зниження витрат підприємства, пов'язаних зі зростанням вартості пального [2].

Крім того, питання оптимізації витрат у процесі виконання польових робіт у зв'язку зі зростанням цін на енергоресурси на сьогодні залишається недостатньо вивченим, а його актуальність зростає з кожним роком. Важливо встановити ефективні та довгострокові стратегії оптимізації, що дозволять знизити вплив підвищеної ціни пального на загальну собівартість агроробіт.

Заміна менш енергоефективних моделей енергетичних засобів у складі автопарку підприємства на більш ощадні може бути одним із таких довгострокових способів зниження собівартості виконання агроробіт та, як

результат, підвищення економічної ефективності роботи підприємства. Проте, детальний аналіз і порівняння різних моделей, зокрема радянських та зарубіжних, щодо їхньої питомої витрати палива і впливу на загальну собівартість є необхідним для прийняття обґрунтованих стратегічних рішень [7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З аналізу останніх досліджень і публікацій, присвячених впливу ціни пального на собівартість виконання польових робіт аграрними підприємствами, встановлено, що дана проблематика є актуальною і вимагає детального вивчення. Відомо, що при підвищенні ціни пального збільшується собівартість аграрних робіт, що може негативно впливати на рентабельність підприємства.

Дослідники, такі як О.В. Надточій [8], О.В. Захарчук [9] та інші, звернули увагу на важливість оптимізації вартості виконання агробіт у зв'язку зі зростанням ціни пального. Вони досліджували питому витрату палива, вплив заміни енергетичних засобів та інші чинники, що впливають на собівартість агробіт.

Результати цих досліджень свідчать про необхідність розробки стратегій оптимізації, зокрема заміни менш енергоефективних моделей енергетичних засобів на більш ощадні, щоб знизити вплив підвищеної ціни пального на загальну собівартість виконання польових робіт. Врахування цих результатів досліджень допоможе аграрним підприємствам прийняти обґрунтовані рішення щодо довгострокової оптимізації їх витрат та підвищення рентабельності своєї діяльності.

**Мета досліджень.** Проведення комплексного дослідження та аналізу впливу ціни пального на собівартість виконання польових робіт аграрним підприємством. Встановлення залежності між ціною пального та загальною собівартістю обробітку одного гектару поля, а також визначення ефективних стратегій оптимізації для зниження впливу підвищеної ціни пального на рентабельність аграрного підприємства. Дослідження спрямоване на надання практичних рекомендацій та вироблення обґрунтованих рішень для забезпечення економічної стійкості та підвищення ефективності діяльності аграрних підприємств в умовах мінливих цін на енергоресурси.

**Основні результати дослідження.** Вплив ціни пального на собівартість виконання польових робіт аграрним підприємством є однією з найбільш актуальних проблем у сільському господарстві. Дослідження в цій сфері дозволяють зрозуміти економічні наслідки зміни ціни пального та розробити стратегії оптимізації для підтримки рентабельності аграрного підприємства в умовах сучасної ринкової економіки.

Варто зазначити, що пальне є ключовим елементом витратного компонента собівартості польових робіт. У сільському господарстві пальне використовується в сільськогосподарській техніці, яка задіяна у виконанні польових робіт. Тому зміна ціни пального має прямий вплив на собівартість обробітку одного гектара поля та, як наслідок, на собівартість сільськогосподарських товарів [9].

Аналізуючи вплив ціни пального на собівартість виконання польових робіт, необхідно враховувати декілька факторів. По-перше, збільшення ціни пального призводить до зростання загальних витрат аграрного підприємства,

оскільки придбання енергоресурсів для виконання того самого обсягу роботи потребує більших коштів. Це, в свою чергу, призводить до зростання собівартості польових робіт і, відповідно, зниження рентабельності підприємства. Якщо витрати на пальне зростають, сільськогосподарському підприємству може бути складно підтримувати свою прибутковість [4].

По-друге, вплив ціни пального на собівартість виконання польових робіт може мати негативний ефект на вибір оптимальної сільськогосподарської техніки. Якщо вартість пального зростає, аграрне підприємство буде змушене шукати більш економічні рішення. Це може означати зменшення кількості робочих годин або використання більш паливоощадної сільськогосподарської техніки. Такий вибір може вплинути на продуктивність агроробіт та, в результаті, на врожайність сільськогосподарських культур. Якщо приватні фермери або аграрні підприємства будуть вимушені скоротити час роботи або використовувати менш продуктивну техніку через високу ціну пального, це може негативно позначитися на їх здатності забезпечити високий рівень якості польових робіт, що, в свою чергу, негативно вплине і на врожайність [5].

Таким чином, зростання ціни пального спричиняє підвищення загальних витрат аграрного підприємства та призводить до зниження його рентабельності. Для визначення ступеню впливу зміни ціни пального на собівартість виконання польових робіт необхідно провести дослідження.

Початковим етапом дослідження є визначення витрати палива енергетичним засобом за допомогою формули (1) [1]:

$$\text{ВП} = \frac{N \times \rho_{\text{вп}}}{1000 \times \Pi} \quad (1)$$

де ВП – витрата палива енергетичним засобом, кг/га

N – ефективна потужність машинного агрегату, кВт;

$\rho_{\text{вп}}$  – питома витрата палива енергетичного засобу, гр\*кВт/год;

$\Pi$  – продуктивність машинного агрегату, га/год.

Ця формула дозволяє оцінити енергетичну ефективність роботи машинного агрегату шляхом знаходження кількості палива, що витрачається ним на обробіток одного гектара поля [4].

Наступним кроком є визначення економічних витрат на паливо, що виникають під час обробітку одного гектара поля, згідно формули (2) [1]:

$$C_{\Pi} = \frac{\rho_{\text{вп}} * V_{\text{д}}}{\Pi} \quad (2)$$

де,  $C_{\Pi}$  – витрати на паливо, грн/га;

$V_{\text{д}}$  – вартість дизельного палива, грн/л.

Ще одним важливим аспектом визначення собівартості є визначення витрат на паливо-мастильні матеріали як для енергетичних засобів, так і для агромашин. Визначити їх можна за допомогою формули (3):

$$C_{\text{ПММ}} = \frac{0.04 * \text{ВП} * V_{\text{ПММ}}}{\Pi} \quad (3)$$

де,  $C_{\text{ПММ}}$  – витрати на паливо-мастильні матеріали, грн/га;

$V_{\text{ПММ}}$  – вартість паливо-мастильних матеріалів (комплексна ціна), для знаходження впливу саме зміни цін пального на кінцеву собівартість, комплексну ціну ПММ було вирішено взяти фіксовану, на рівні 280 грн/кг.

Для врахування амортизаційних відрахувань використали формулу (4) [1]:

$$A = \frac{V_{\text{ез}} * V_{\text{в}} * 0.15}{t_{\text{ез}} * \Pi} + \frac{V_{\text{а}} * V_{\text{в}} * 0.15}{t_{\text{а}} * \Pi} \quad (4)$$

де,  $A$  – амортизаційні відрахування, грн/га

$V_{\text{ез}}$  – балансова вартість енергетичного засобу, долари США;

$V_{\text{в}}$  – вартість іноземної валюти (долар США, прийняли за 38 грн), грн;

$t_{\text{ез}}$  – нормативне річне завантаження енергетичного засобу, год;

$V_{\text{а}}$  – балансова вартість агромашини, долари США;

$t_{\text{а}}$  – нормативне річне завантаження агромашини, год.

Ця формула дозволяє врахувати в загальну собівартість агроробіт такі важливі показники, як витрати на амортизацію енергетичних засобів та агромашин із врахуванням їх балансової вартості та нормативного річного завантаження (Sallee et al., 2016).

Загальна собівартість виконання робіт розраховується згідно формули (5) [2]:

$$Q = C_{\Pi} + C_{\text{ПММ}} + C_{\text{в}} + A + C_{\text{ТО}} \quad (5)$$

де,  $Q$  – собівартість виконання агроробіт, грн/га;

$C_{\text{ТО}}$  – витрати на ТО та ремонт, грн/га;

$C_{\text{в}}$  – витрати на оплату праці водіїв, грн/га.

У цій формулі враховуються як раніше прораховані категорії витрат, так і ті, що не були тут згадані, такі, як витрати на технічне обслуговування і ремонт та витрати на оплату праці водіїв, що є необхідними для забезпечення нормального функціонування підприємства.

Для проведення початкових досліджень навмисно були обрані 5 відносно малоефективних, але досі популярних в Україні енергетичних засоби у складі п'яти машинних агрегатів, далі в дослідженні буде проведений їх порівняльний аналіз з більш енергоефективними зарубіжними аналогами. Для отримання найбільш релевантних результатів дослідження усі 5 агромашин мають у своєму складі різну кількість корпусів, а енергетичні засоби, що з ними співпрацюють, були підібрані з врахуванням оптимальної для них потужності двигуна. Склад п'яти машинних агрегатів наступний:

МА 1 – трактор ЮМЗ-6АКЛ з плугом Europol 5 Lemken;

МА 2 – трактор Білорус 892 з плугом Europol 6 Lemken;

МА 3 – трактор МТЗ-100 з плугом Europol 7 Lemken;

МА 4 – трактор ХТЗ-120 з плугом Europol 8 Lemken;

МА 5 – трактор К-700А з плугом Europol 9 Lemken [6].

Основні технічні характеристики зазначених енергетичних засобів та агромашин можна побачити в табл. 1 та 2, відповідно.

**Таблиця 1. Основні технічні характеристики обраних агромашин,  
розрахунки авторів**

| Назва            | Тип     | Макс. ширина захвату, м | Макс. робоча швидкість, км/год | Експлуатаційна маса, т | Балансова вартість, \$ | Кінематична довжина, м | Коеф. надійності | Коеф. забезпечення агровиног |
|------------------|---------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|
| Europol 5 Lemken | тяговий | 1,05                    | 12                             | 0,71                   | 19853                  | 3                      | 0,9              | 0,98                         |
| Europol 6 Lemken | тяговий | 1,4                     | 12                             | 0,9                    | 21518,96               | 4                      | 0,9              | 0,98                         |
| Europol 7 Lemken | тяговий | 1,4                     | 12                             | 0,95                   | 23294,64               | 4                      | 0,9              | 0,98                         |
| Europol 8 Lemken | тяговий | 1,75                    | 12                             | 1,41                   | 25492                  | 5                      | 0,9              | 0,98                         |
| Europol 9 Lemken | тяговий | 2,1                     | 12                             | 1,71                   | 27193                  | 6                      | 0,9              | 0,98                         |

**Таблиця 2. Основні технічні характеристики енергетичних засобів,  
розрахунки авторів**

| Назва       | Тип                  | Макс. зусилля, кН | Потужність двигуна, кВт | Питома витрата палива, гр*кВт/год | Експлуатаційна маса, т | Балансова вартість, \$ | Виробіток трактору, га/год | Коеф. надійності | Коеф. Забезпечення агровиног |
|-------------|----------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------|
| ЮМЗ-БАКЛ    | колісний трактор 4к2 | 14                | 44                      | 262                               | 3,38                   | 12220                  | 0,6                        | 0,76             | 1                            |
| Білорус 892 | колісний трактор 4к4 | 14                | 66                      | 260                               | 3,9                    | 26231                  | 0,9                        | 0,91             | 0,91                         |
| МТЗ-100     | колісний трактор 4к2 | 15                | 74                      | 245                               | 4,29                   | 30330                  | 0,76                       | 0,88             | 1                            |
| ХТЗ-120     | колісний трактор 4к4 | 30                | 107                     | 240                               | 7,2                    | 29900                  | 1,45                       | 0,78             | 1                            |
| К-700А      | колісний трактор 4к4 | 60                | 158                     | 225                               | 12,3                   | 39800                  | 2,2                        | 0,8              | 1                            |

В результаті проведених досліджень та розрахунків був отриманий графік впливу вартості одного літру дизельного палива на собівартість виконання польових робіт кожним з п'яти обраних машинних агрегатів. Ця залежність проілюстрована на рис. 1.

Крім того, були побудовані гістограми для проведення порівняльного аналізу впливу ціни палива на собівартість агроробіт при вартості 1 літру на рівні 40 грн (рис. 2) та на рівні 60 грн (рис. 3).

З рис. 1 видно, що існує залежність між кількістю корпусів агромашини в складі машинного агрегату та собівартістю виконання агроробіт. За інших рівних умов та незалежно від вартості одного літра пального, правильно підібраний склад машинного агрегату, з дотриманням норм потужності двигуна енергозасобу, майже завжди буде дотримуватись принципу – чим більше корпусів у агромашини, тим менше собівартість обробки одного гектара поля.

Як приклад можна розглянути собівартість обробітку гектара поля при ціні одного літру дизельного пального на рівні 50 грн для 5-ти збалансованих машинних агрегатів, що були представлені раніше:

МА 1: 2945 грн/га;

МА 2: 2410 грн/га (на 18.2% менше, ніж попередній);

МА 3: 2295 грн/га (на 4.8% менше, ніж попередній);

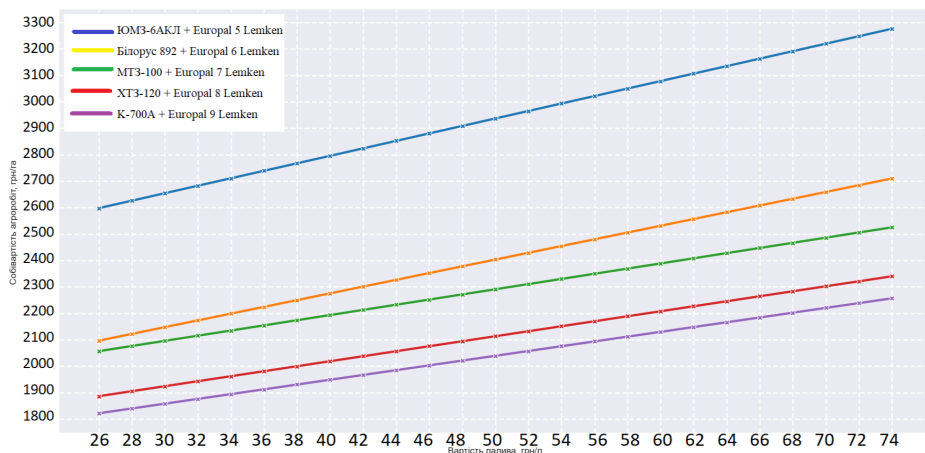


Рис. 1. Вплив вартості одного літру дизельного палива на собівартість виконання польових робіт, розроблено авторами

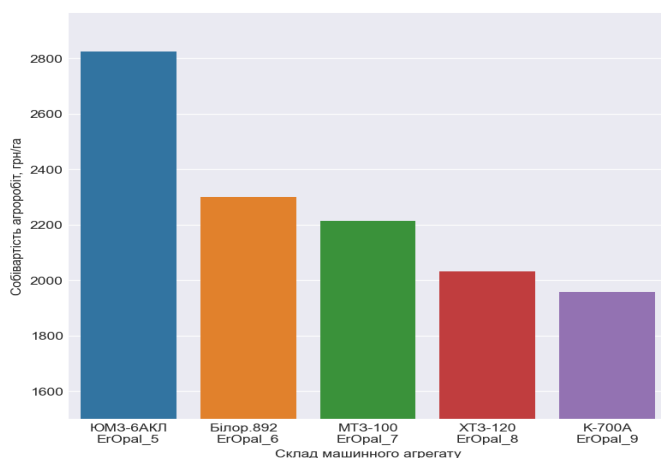


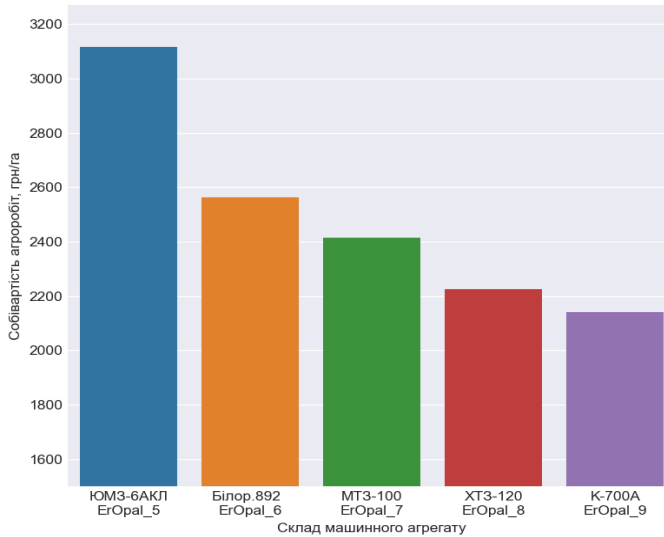
Рис. 2. Собівартість аграрних робіт при ціні дизельного палива в 40 грн/л, побудовано авторами

МА 4: 2115 грн/га (на 7.8% менше, ніж попередній);

МА 5: 2045 грн/га (на 3.3% менше, ніж попередній). Цей принцип зберігається протягом усього цінового інтервалу, що розглядається під час дослідження [6].

Графік 1 також ілюструє, що прямі мають різні кути нахилу, тобто вони не паралельні. Це добре видно на прикладі двох машинних агрегатів: Білорус 892 + Europol 6 Lemken та МТЗ-100 + Europol 7 Lemken. За ціни пального в 26 грн/л, різниця в собівартості обробітку між ними складає всього 45 грн/га, або близько 2-х %, коли ціна пального піднімається до рівня в 74 грн/л, різниця вже складає 180 грн/га, або близько 6.5%. Основною причиною такого зростання різниці в собівартості зі збільшенням ціни пального є питома витрата палива енергетичними засобами у складі машинних агрегатів, чим

більший цей показник, тим більш стрімкою (під більшим кутом до горизонту) буде пряма собівартості. У нашому випадку, питома витрата палива складає 260 гр\*кВт/год та 245 гр\*кВт/год, відповідно, для агрегатів у складі Білорус 892 + Europol 6 Lemken та МТЗ-100 + Europol 7 Lemken.



**Рис. 3. Собівартість агробіт при ціні дизельного палива в 60 грн/л, побудовано авторами**

Гістограми 2 та 3, при їх порівнянні, ілюструють зміну собівартості обробки одного гектара поля при підвищенні ціни дизельного пального на 20 грн/л, з 40 до 60 грн/л, для кожного з п'яти обраних машинних агрегатів:

МА 1: було 2820 грн/га, стало 3100 грн/га, ріст на 9.9%;

МА 2: було 2300 грн/га, стало 2570 грн/га, ріст на 11.7%;

МА 3: було 2220 грн/га, стало 2420 грн/га, ріст на 9.0%;

МА 4: було 2040 грн/га, стало 2240 грн/га, ріст на 9.8%;

МА 5: було 1960 грн/га, стало 2150 грн/га, ріст на 9.7%.

Аналізуючи отримані результати досліджень, можемо констатувати, що підвищення ціни на паливо значно впливає на загальну собівартість виконання агробіт, особливо цей вплив помітний при використанні енергетичних засобів, з високим показником питомої витрати палива, найчастіше — це марки радянського або пострадянського виробництва, які й були представлені у попередньому дослідженні. За різних умов, залежно від ціни на дизельне паливо, вартість обробки одного гектара поля може суттєво змінюватися, як це було представлено на рисунках 1-3.

Для оптимізації собівартості виконання польових робіт пропонуються наступні стратегії:

1. Заміна менш енергоефективних радянських та пострадянських моделей енергетичних засобів у парку підприємства, на більш енергоефективні моделі,

переважно європейського та американського виробництва. Це дозволить у довгостроковому періоді зменшити питому витрату палива і знизити ступінь впливу зміни вартості пального на загальну собівартість агроробіт.

2. Ефективне планування технологічних операцій, забезпечення оптимального використання агротехніки та раціонального розподілу ресурсів.

3. Впровадження сучасних систем моніторингу та контролю за витратами та ефективністю використання палива. Використання таких систем дозволить точно виміряти витрати палива і вчасно виявляти можливі витоки або недоліки у роботі агротехніки, такі, як, наприклад, не оптимально підібраний склад машинного агрегату, в результаті чого може виникати перевитрата палива.

4. Раціональне планування і закупівля палива. Це включає пошук найвигідніших постачальників палива, переговори про умови поставки, використання різних формул знижки або лояльних програм для отримання кращої ціни.

5. Ефективне управління ресурсами і планування робочих годин. Раціональне розподілення робочих годин сприяє зниженню часу простою агротехніки та оптимізації використання палива.

6. Впровадження програм підвищення кваліфікації операторів агротехніки. Кваліфіковані оператори можуть більш ефективно використовувати агротехніку, зменшуючи питому витрату палива та покращуючи якість виконання робіт [3, 8].

Ці стратегії допоможуть аграрним підприємствам оптимізувати собівартість виконання польових робіт при зміні ціни пального. Враховуючи значний вплив вартості палива на економіку сільськогосподарського сектору, розробка ефективних стратегій є необхідною для забезпечення економічної стійкості та рентабельності аграрного виробництва.

Розглянемо першу стратегію оптимізації, згідно якої підприємство повинно поступово замінювати менш енергоефективні моделі енергетичних засобів у своєму автопарку на більш ощадні моделі, переважно європейського та американського виробництва.

Припустимо, що після оптимізації та оновлення склад п'яти машинних агрегатів у власності підприємства став наступним:

МА 1 – трактор МФ-5435 з плугом Europol 5 Lemken;

МА 2 – трактор CASE 125 з плугом Europol 6 Lemken;

МА 3 – трактор John Deere 7610 з плугом Europol 7 Lemken;

МА 4 – трактор John Deere 7530 з плугом Europol 8 Lemken;

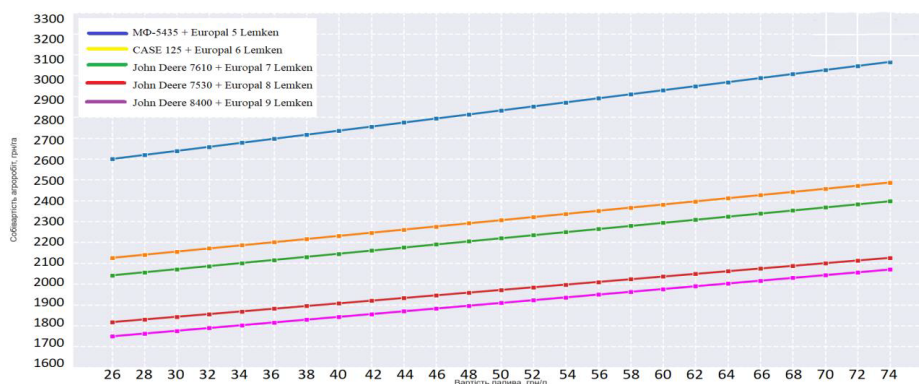
МА 5 – трактор John Deere 8400 з плугом Europol 9 Lemken.

Основні технічні характеристики оновленого парку енергетичних засобів підприємства можна побачити в табл. 3.

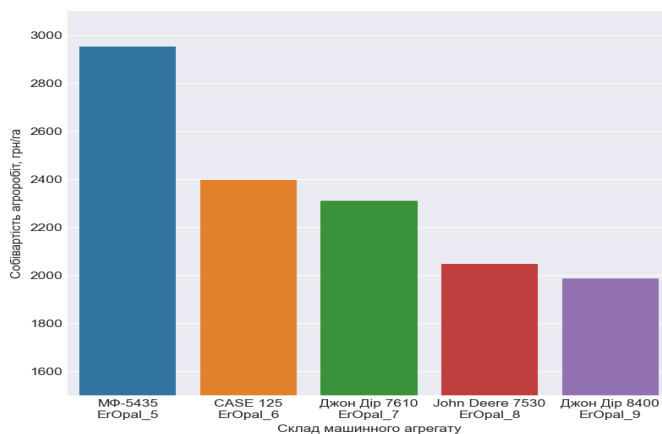
В результаті повторно проведеного дослідження з використанням оновлених енергетичних засобів у складі п'яти машинних агрегатів з різним числом корпусів агромашин був отриманий новий графік впливу вартості одного літру дизельного палива на собівартість виконання польових робіт (рис. 4) та гістограма, що ілюструє собівартість обробітку гектара поля зазначеними машинними агрегатами при ціні дизельного палива в 60 грн/л (рис. 5).

**Таблиця 3. Основні технічні характеристики нових енергетичних засобів, розрахунки авторів**

| Назва           | Тип                  | Макс. тягове зусилля, кН | Потужність двигуна, кВт | Питома витрата палива, гр*кВт/год | Експлуатаційна маса, т | Балансова вартість, \$ | Виробіток трактору, га/год | Коеф. надійності | Коеф. забезпечення агровиимог |
|-----------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------------|
| МФ-5435         | колісний трактор 4к2 | 15                       | 60                      | 200                               | 4                      | 85000                  | 0,8                        | 0,98             | 1                             |
| CASE 125        | колісний трактор 4к4 | 26                       | 81                      | 200                               | 4,9                    | 90200                  | 1,1                        | 0,93             | 1                             |
| John Deere 7610 | колісний трактор 4к4 | 20                       | 96                      | 200                               | 4,55                   | 93000                  | 1,3                        | 0,97             | 1                             |
| John Deere 7530 | колісний трактор 4к4 | 35                       | 129                     | 200                               | 6,62                   | 110000                 | 2,2                        | 0,98             | 1                             |
| John Deere 8400 | колісний трактор 4к4 | 60                       | 177                     | 200                               | 9,4                    | 140000                 | 2,2                        | 0,98             | 1                             |



**Рис. 4. Вплив вартості одного літра дизельного палива на собівартість виконання польових робіт машинними агрегатами з оптимізованими енергетичними засобами у своєму складі, розроблено авторами**



**Рис. 5. Собівартість агроробіт машинними агрегатами з оптимізованими енергетичними засобами у своєму складі при ціні дизельного палива в 60 грн/л, розроблено авторами**

Як видно з рисунка 4, кут нахилу прямих до горизонту у оновлених машинних агрегатів значно менший, так як показник питомої витрати палива енергетичних засобів у їх складі також значно менший, ніж у попередніх моделей (225 – 262 проти 200 гр\*кВт/год). Це говорить про те, що зростання вартості палива, у випадку оновленого автопарку, не чинить такого значного впливу на загальну собівартість польових робіт, як у попередніх моделей.

Гістограми 3 та 5, при їх порівнянні, ілюструють ступінь оптимізації витрат на обробіток гектара поля машинними агрегатами з різними енергетичними засобами в їх складі за ціни палива 60 грн/л:

МА 1: було 3100 грн/га, стало 2950 грн/га, оптимізація на 4.8%;

МА 2: було 2570 грн/га, стало 2400 грн/га, оптимізація на 6.6%;

МА 3: було 2420 грн/га, стало 2300 грн/га, оптимізація на 5.0%;

МА 4: було 2240 грн/га, стало 2050 грн/га, оптимізація на 8.5%;

МА 5: було 2150 грн/га, стало 1990 грн/га, оптимізація на 7.5%.

Аналізуючи результати повторних досліджень після оптимізації автопарку, можемо дійти висновку, що така стратегія дійсно здатна майже повністю нівелювати довгострокові фінансові наслідки від зростання вартості літра палива з 40 до 60 грн/л для аграрного підприємства або приватного фермера. Оптимізація, в середньому, склала 6.5%. Але не варто нехтувати й іншими стратегіями оптимізації собівартості виконання польових робіт. Впровадження новітніх технологій моніторингу роботи машинних агрегатів, підвищення кваліфікації операторів агротехніки, ефективне планування технологічних операцій та інші стратегії оптимізації витрат здатні забезпечити довгострокове фінансове процвітання та стійкість підприємства до неочікуваних та не прогнозованих подій, таких як фінансові кризи, неврожаї та інших.

**Висновки.** В процесі досліджень та розрахунків ми дійшли висновку, що вартість палива має значний вплив на собівартість виконання агроробіт. Зростання ціни палива призводить до збільшення загальної собівартості, особливо для енергетичних засобів з високою питомою витратою палива, які були представлені у першому дослідженні.

Результати моделювання показали, що правильно підібраний склад машинного агрегату, з дотриманням норм потужності двигуна енергозасобу, майже завжди дотримуватиметься принципу: чим більше корпусів у агромашини, тим менша собівартість обробки одного гектара поля.

Порівнюючи гістограми для цін палива на рівні 40 грн/л та 60 грн/л, ми прийшли до висновку, що зростання ціни на паливо призводить до збільшення вартості обробітку поля і розбіжності між різними машинними агрегатами з підвищенням вартості палива стають більш помітними, якщо їх питома витрата палива не однакова. Наприклад, при ціні палива 40 грн/л, розбіжність між МА 1 (ЮМЗ-6АКЛ + Europol 5 Lemken) та МА 5 (К-700А + Europol 9 Lemken) складає 32%, а при ціні палива 60 грн/л ця розбіжність зростає до 43%.

Аналізуючи отримані результати, можна констатувати, що підвищення ціни на паливо значно впливає на загальну собівартість виконання агроробіт, особливо цей вплив помітний при використанні енергетичних засобів з високим показником питомої витрати палива.

Оновивши парк енергетичних засобів підприємства та провівши повторні дослідження ми прийшли висновку, що заміна менш енергоефективних моделей на більш ощадні дозволяє в значній ступені нівелювати вплив зростання вартості палива на собівартість агроробіт. Оптимізація для п'яти машинних агрегатів, що розглядалися, знаходилась в діапазоні 4.8 – 8.5%, а в середньому вона склала 6.5%.

Однак, враховуючи важливість й інших стратегій оптимізації, їх впровадження в поєднанні із заміною менш енергоефективних моделей енергетичних засобів дозволить досягти ще більш значних результатів у зниженні собівартості польових робіт у сільському господарстві.

Важливо також зазначити, що впровадження цієї стратегії потребуватиме початкових інвестицій на придбання більш енергоефективної агротехніки. Проте, у довгостроковій перспективі, ці інвестиції можуть виявитися економічно вигідними завдяки зниженню витрат на паливо та підвищенню ефективності польових робіт.

Отже, оптимізація собівартості виконання польових робіт у сільському господарстві при підвищенні ціни на паливо може бути досягнута шляхом впровадження комплексу стратегій, однією з найбільш ефективних з яких є заміна менш енергоефективних моделей енергетичних засобів більш ощадними й сучасними. Хоч цей метод оптимізації і є досить ефективним, він не є єдиним. Ефективне планування операцій, моніторинг витрат палива, раціональне планування закупівель палива, управління ресурсами та підвищення кваліфікації працівників, все це в комплексі здатне забезпечити довгострокове фінансове процвітання та стійкість підприємства до неочікуваних та не прогнозованих подій, таких як фінансові кризи, неврожаї та інших.

1. Данкевич В. Є. Економічна ефективність технологій точного землеробства / В. Є. Данкевич // Вісник ХНАУ. Серія : Економічні науки. 2013. № 6. С. 102-109. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_ekon\\_2013\\_6\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_ekon_2013_6_17).

2. Копішинська О. П. Ефективність упровадження систем точного землеробства в аграрних підприємствах / О. П. Копішинська, М. М. Маренич, Ю. В. Уткін // Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки. 2019. Вип. 34. С. 157-163. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu\\_en\\_2019\\_34\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2019_34_36).

3. Трускавецький С. Р. Використання даних супутникової зйомки в системах точного землеробства / С. Р. Трускавецький, Т. Ю. Биндич, Л. П. Коляда, К. В. Вяткін, О. І. Шерстюк // Інженерія природокористування 2017. № 1. С. 29-35. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk\\_2017\\_1\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk_2017_1_7).

4. Мікуліна, М. О.; Поливаный, А. Д. Методичні підходи стосовно вивчення впливу типу ходової системи тракторів на техніко-економічні показники. In: The 5 th International scientific and practical conference "Science and innovation of modern world"(January 25-27, 2023) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2023. 672 p. 2023. p. 185.

5. Mikulina, M. A., Polyvanyi, A. D., Kliesch, O. V., Tymchenko, V. O., & Klymenko, D. V. (2023). Current trends in cooperation between ukrainian and american transport systems. In The 7th International scientific and practical conference "PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD"(March 29-31, 2023) CPN Publishing Group, Boston, USA (pp. 186-190).

6. Мікуліна, М. О.; Поливаный, А. Д.; Бондаренко, В. В.. Техніко-економічна оцінка використання систем і технологій в рослинництві. In: The 8 th International scientific and practical conference "Science and technology: problems, prospects and innovations"(May 11-13, 2023) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2023. 522 p. 2023. p. 18-22.

7. Maloku, D., Balogh, P., Bai, A., Gabnai, Z., & Lengyel, P. (2020). Trends in scientific research on precision farming in agriculture using science mapping method. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 11(3), 232-242. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/1848.2020.00086>

8. Надточій О., Тітова Л. Оцінка впливу факторів на витрати палива зернозбиральних комбайнів. *Науковий вісник НУВіП України. Серія: Техніка і енергетика АПК*, № 275, 2017р., с. 88

9. Захарчук О., Вишневецька О. Використання паливно-енергетичних ресурсів у сільському господарстві. *Економіка АПК*. № 5, стор. 62-69

10. Sallee J., West S., Fan W. (2016). Do consumers recognize the value of fuel economy? Evidence from used car prices and gasoline price fluctuations. *Journal of Public Economics*, vol. 135, pp. 61-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.01.003>

1. Dankevych, V. (2013), «Economic efficiency of precision farming technologies», *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva. Seriiia "Ekonomichni nauky"*, vol. 6, pp. 102.

2. Kopishynska, O., Marenich, M., Utkin, Y. (2019), «Effectiveness of implementation of precision farming systems in agricultural enterprises», *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu. Seriiia "Ekonomichni nauky"*, vol. 34, pp. 157-163, DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2019-34-34>

3. Truskavetskyi, S., Byndych, T., Koliada, L., Viatkin, K., Sherstiuk, O. (2017), «Use of satellite survey data in precision farming systems», *Naukovyi zhurnal «Inzheneriia pryrodokorystuvannia»*, vol. 1 (7), pp. 29-35.

4. Mikulina, M., Polyvanyi, A. (2023), «Methodical approaches to the study of the influence of the type of tractor running system on technical and economic indicators», *The 5 th International scientific and practical conference "Science and innovation of modern world" (January 25-27) Cognum Publishing House, London, United Kingdom*, 672 p., pp. 185.

5. Mikulina, M., Polyvanyi, A., Kliesch, O., Tymchenko, V., Klymenko, D. (2023). «Current trends in cooperation between ukrainian and american transport systems», *The 7th International scientific and practical conference "PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD" (March 29-31), CPN Publishing Group, Boston, USA*, pp. 186-190.

6. Mikulina M., Polyvanyi A., Bondarenko V. (2023), «Technical and economic evaluation of the use of systems and technology in crop production», *In: The 8 th International scientific and practical conference "Science and technology: problems, prospects and innovations" (May 11-13), CPN Publishing Group, Osaka, Japan.*, pp. 18-22.

7. Maloku, D., Balogh, P., Bai, A., Gabnai, Z., Lengyel, P. (2020), «Trends in scientific research on precision farming in agriculture using science mapping method», *International Review of Applied Sciences and Engineering*, vol. 11(3), pp. 232-242. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/1848.2020.00086>

8. Nadtochii O., Titova L. (2017). Otsinka vplyvu faktoriv na vytratu palyva zernozbyrallym kombinom [Assessment of the influence of factors on the fuel consumption of grain harvesters]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriiia: Tekhnika ta enerhetyka APK*, vol. 275, pp. 88

9. Zakharchuk O., Vyshnevetska O. V. (2015). Vykorystannia palyvno-enerhetychnykh resursiv u sil'skomu hospodarstvi [Use of fuel and energy resources in agriculture]. *Ekonomika APK*, vol. 5, 62-69.

10. Sallee J., West S., Fan W. (2016). Do consumers recognize the value of fuel economy? Evidence from used car prices and gasoline price fluctuations. *Journal of Public Economics*, vol. 135, pp. 61-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.01.003>