

УДК 631.1.004

РЕСУРСНІСТЬ ВИТРАТ ВІНОСУ ЗА НАПРУЖЕНИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ ПЕРІОД ОБСЯГУ ОПЕРАЦІЙ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

І. Л. Роговський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція автора: rogovskii@nubip.edu.ua.

Історія статті: отримано – січень 2021, акцептовано – червень 2021, опубліковано – 30 липня 2021 року.
Бібл. 26, рис. 8, табл. 5.

Анотація. В статті проведено аналіз підтримання існуючих сільськогосподарських машин в працездатному стані, за яким слід відпрацювати систему технічного обслуговування з урахуванням умов реформування аграрного сектора. Під технічним обслуговуванням розуміється комплекс робіт по підтриманню робоздатності або справності виробів при використанні за призначенням шляхом регулювальних, знаючих, заправних і кріпильних робіт. Для оцінки альтернативних варіантів доцільно проводити морфологічний аналіз всієї сукупності можливих рішень досліджуваної проблеми, поданих у вигляді морфологічної матриці, в якій подані основні функції машини і варіанти предметних форм їх виконання.

Теоретичними дослідженнями надали відповідь на два головні питання – як має змінюватися система технічного обслуговування залежно від рівня розвитку аграрного виробництва, а також – які параметри повинна мати система обслуговуючого сервісу, щоб виконувати відповідні втручання з мінімальними технологічно потрібними витратами ресурсів та капіталовкладеннями. Оцінку рівня технічного обслуговування сільськогосподарських машин передбачено виконувати за сукупністю організаційно-технічних факторів, формалізованих через частині і комплексні показники, в два етапи. Перший – оцінка через частині показники по кожному фактору окремо. Другий – оцінка комплексного показника (за всіма факторами в цілому).

Ключові слова: методологія, коефіцієнт готовності, ефективність, сільськогосподарська машина.

Постановка проблеми

Виробництво зерна в Україні у сучасних умовах знаходиться на етапі зростання та збільшення валового збору [1, 2]. Так, у 2012–2020 рр. він зріс з 40 до 60 млн тон зерна [3, 4]. Поряд з цим необхідно відмітити, що показники успіху супроводжуються таким негативним явищем, як втрати вирощених урожаїв, які сягають 7–8 млн тон, а це складає 16–18% від валового збору [5,

6]. Домінуючою причиною таких значних втрат урожаю є постійна нестача зернозбиральних комбайнів [7], низька технічна готовність [8] і невідповідність персоналу застосовувати сучасну техніку [9]. Відомо [10], що в агротерміни збирають лише 30 % посівів зернових культур, а тривалість збирального сезону перевищує їх в 3–5 разів [11].

Навантаження на один фізичний комбайн складає 189 га, на технічно справний – приблизно 218 га або 770 т [12]. Понад 70 % комбайнів мають термін експлуатації до 30 років з ймовірним значенням коефіцієнта готовності 0,4–0,7, які намолочують 200–600 т [13]; втрати від біологічного осипання досягають мінімум 10 % від валового збору [14]. Причинами значних втрат вирощеного урожаю є високе фізичне навантаження на комбайн і низька ефективність використання наявного парку за потужністю двигуна та пропускною здатністю молотарки, агробіологічним станом хлібної маси, втратами зерна за молотаркою [15]. В умовах реального виробництва потужність двигунів зернозбиральних комбайнів [16] і пропускна здатність молотарки використовуються максимально до 57–63 % від номінального завантаження [17]. Безумовно [18], низьке завантаження є основною причиною низької продуктивності, затягування термінів жнив і значних втрат зерна від біологічного осипання та перевитрат палива [19]. Втрати вирощеного урожаю через осипання і низький відсоток збирання продовольчих класів зерна у встановлені агротерміни є причиною значних збитків (≈1 млрд \$) вітчизняних аграріїв [20]. Ось чому тема роботи є актуальною, а сама робота має значну практичну цінність як для виробників зернозбиральних комбайнів, так і для їх користувачів, а також у навчальному процесі при підготовці інженерних кадрів сільськогосподарського виробництва [21].

Аналіз останніх досліджень

Виходячи з результатів досліджень Національної програми виробництва, технологічних комплексів машин і устаткування для сільського господарства,

харчової і переробної промисловості сформульовані такі локальні критерії (показники) оцінки [22]:

- 1) експлуатаційні затрати;
- 2) прямі витрати палива;
- 3) затрати сукупної енергії;
- 4) матеріаломісткість;
- 5) приведені затрати.

Локальні показники визначають на одиницю продукції (для технологій і технологічних комплексів машин) або на одиницю роботи (для технологічних ліній, окремих машинно-тракторних агрегатів) [23].

На основі аналізу сучасних наукових досягнень по багатокритеріальній оптимізації технічних рішень та існуючих нормативних документів [24, 25] визначено такі комплексні критерії оцінки:

- 1) Байєса-Лапласа;
- 2) Гурвіца;
- 3) Севіджа;
- 4) Ходжа-Лемана
- 5) критерій за ДСТУ ISO 9000-2.

Відповідно то прийнятих локальних критеріїв визначена номенклатура показників оцінки [26]: питомі експлуатаційні затрати, грн/одиницю продукції чи роботи; питомі прямі витрати палива, кг одиницю продукції чи роботи; питомі затрати сукупної енергії, МДж/одиницю продукції чи роботи; питомі приведені затрати, грн/одиницю продукції чи роботи; питома матеріаломісткість, кг/одиницю продукції чи роботи.

Якщо є можливість визначити прибуток при оцінюванні технології або комплексу машин, то показники за рештою критеріїв тільки контролюють, а прибуток як критерій буде основним для прийняття рішення [12]. Коли ж прибуток визначити неможливо (при оцінюванні технологічних ліній, окремих машинно-тракторних агрегатів), то використовують перші 5 локальних критеріїв [2].

Критерії оцінки технічного рівня відображають

кінцеві результати використання комплексу машин чи окремого машинно-тракторного агрегату [4]. Показники визначають в розрахунку на одиницю кінцевої сільськогосподарської продукції, як правило на 1 ц продукції [11]. Коли проводять оцінку технічного рівня окремої машини, МТА або технологічної лінії, тоді показники визначають на одиницю обсягу робіт: на один гектар, на одну тону тощо [19].

Мета досліджень

Мета досліджень – описати особливості аналітичних підходів до ресурсності витрат виносу за напружений сільськогосподарський період обсягу операцій з технічного обслуговування сільськогосподарських машин.

Результати досліджень

Дані методичні рекомендації поширюються на Для розрахунку економії витрат від виносу обсягу операцій з технічного обслуговування за напружений сільськогосподарський період для господарств: Господарство № 1, Господарство № 2, Господарство № 3 - був виконаний розрахунок витрат на ТО-2, ТО-3 і усунення відмов в напружений і ненаголошений періоди (таблиця 1) із застосуванням програми MS Office Exel 2010.

Розрахунок частки економії прибутку господарств від виносу обсягу операцій за напружений сільськогосподарський період виконаний на підставі витрат, представлених в таблиці 1. Результати розрахунку представлені в таблиці 2.

Таблиця 1. Результати розрахунку витрат на ТО-2, ТО-3 і усунення відмов від виносу операцій за напружений сільськогосподарський період для господарств Київської області.

Table 1. The results of the calculation of costs for TO-2, TO-3 and the elimination of refusals to carry out operations for a busy agricultural period for farms in the Kiev region.

Показник		Господарства		
		Господарство № 1	Господарство № 2	Господарство № 3
Сумарні витрати на ТО2, ТО-3 і усунення відмов в напружений період, грн.	K701	2782269	391950	3825184
	John Deere- 8420	268800	-	-
Сумарні витрати на ТО-3 в ненапружений період, тис. грн.	K701	156845	41605,2	156845
	John Deere-8420	17400	-	-

Таблиця 2. Результати розрахунку частки економії прибутку від виносу операцій по ТО-2, ТО-3 і усунення відмов за напружений період для господарств Київської області.

Table 2. The results of calculating the share of profit savings from the removal of operations on TO-2, TO-3 and the elimination of failures during the stressful period for farms in the Kiev region.

Господарство	Показник	
	Економія витрат, грн.	Частка економії прибутку
Господарство № 1	2906824	0,12
Господарство № 2	350344,8	0,09
Господарство № 3	3668339	0,13

На рис. 1 представлений графік залежності від площі господарства частки прибутку, яку можна використовувати при передачі робіт по обслуговування тракторів спеціалізованому підприємству.

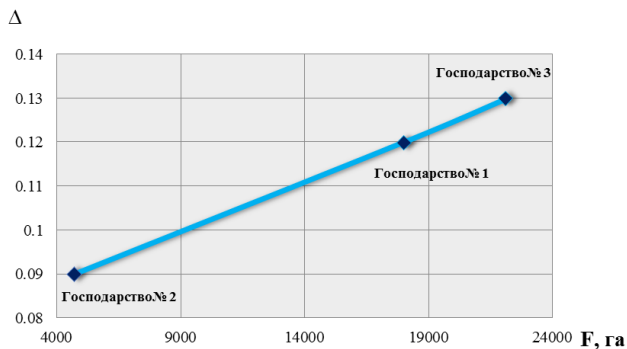


Рис. 1. Залежність частки прибутку господарств від їх площі.

Fig. 1. Dependence of the share of farm profits on their area.

Аналіз показує: чим більше господарство і вище його виручка, тим більше частки свого прибутку воно буде використовувати на передачу робіт по обслуговування тракторів спеціалізованим підприємствам.

Розрахунок частки робіт з технічного обслуговування, які можливо передати підприємству спеціалізованого технічного сервісу. Розрахунок здійснений на підставі показань виконання ТО-2 для тракторів марок К-701 і John Deere-8420 на сільськогосподарському підприємстві і в умовах підприємства спеціалізованого технічного сервісу (таблиця 3).

На підставі поданої в розділі 3.7 методики виконано розрахунок витрат на ТО-2 тракторів К-701, а також John Deere-8420 на СТО (Z) і в господарстві (M) (таблиця 4).

Доля робіт по ТО-2, які можливо передати підприємству спеціалізованого технічного сервісу, для тракторів К-701 і John Deere-8420 відповідно складе 0,71 і 0,40.

Таблиця 3. Вихідні дані для розрахунків витрат по господарству № 1 для ТО-2.

Table 3. Initial data for calculations of farm costs № 1 for TO-2.

Показник	K701		John Deere-8420	
	СТО	Господарство	СТО	Господарство
$\bar{t}_{toj}$ - тривалість ТО, год	4	6,4	4,5	10,4
S_x - собівартість ТО, грн./год	550	475	600	500
C_{zv} - вартість години простою трактора, грн.	2100	2100	2100	2100
R_{xjv} - відстань транспортування трактора на ТОР, км	130	0	130	0
V_{trv} - швидкість транспортування трактора, км/год	60	0	60	0
C_{tr} - вартість години транспортування агрегату ТО (трактора), грн.	1000	0	1000	0
t_{toj} - трудомісткість ТО, люд.-год	9,6	11,6	4,1	5,3
$t_{пто}$ - питома трудомісткість ТО, люд.-год/год	0,14	0,08	0,145	0,12
N_v - напрацювання на відмову, год	200	150	482	320
$\bar{t}_{усун}$ - тривалість усунення наслідків відмов, год	6,92	28	6,95	31
N_{rx} - міжремонтний напрацювання, год	3500	2500	4570	3010
$\bar{t}_p$ - тривалість ремонту трактора, год	40	160	39	196

Таблиця 4. Результати розрахунку витрат на ТО-2.

Table 4. The results of the calculation of costs for TO-2.

Показник	K701		John Deere-8420	
	СТО (Z)	Господарство (M)	СТО (Z)	Господарство (M)
Витрати, грн.	32397,38	110072,7	27335,68	45642
доля ϕ	0,71		0,40	

На підставі даних, отриманих по господарствах №1, №2, №3 можна встановити закономірність зміни $\varphi = f(R)$ (рис. 2) і записати у вигляді формули

$$\varphi = -0,0021 \cdot R + 0,9628, \quad (1)$$

де R – відстань від спеціалізованого технічного сервісу до господарства і назад, км.

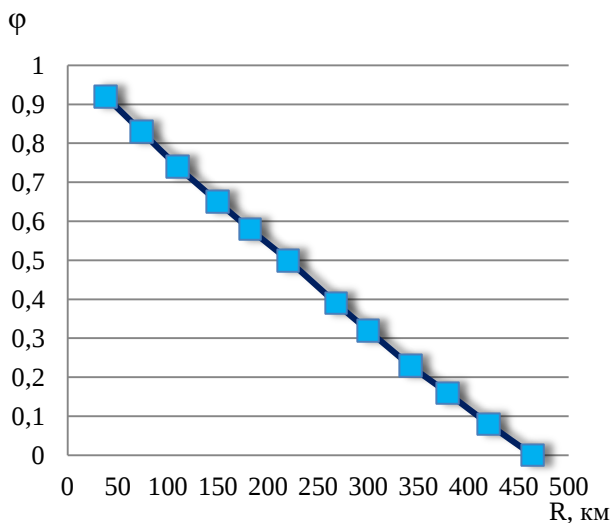


Рис. 2. Прогнозування залежності частки робіт по ТО-2, переданих на СТО, від радіуса.

Fig. 2. Forecasting the dependence of the share of work on TO-2, transferred to the service station, the radius.

При збільшенні відстані R до критичної позначки (≈ 200 - 230 км), передача робіт по ТО-2 на СТО не має сенсу, так як витрати в господарстві прагнуть до витрат на СТО, а при подальшому збільшенні відстані (до ≈ 458 - 459 км) стають такими ж. Перегонка тракторів на СТО і назад обходиться занадто дорого.

Аналогічно здійснюється розрахунок витрат на виконання ТО-3 у господарстві № 1 згідно з вихідними даними (таблиця 3).

На підставі проаналізованих даних по організаціях, які виконують технічне обслуговування тракторів і сільськогосподарської техніки на території Київської області, встановлено, що фахівці підприємств технічного сервісу виїжджають на пересувних агрегатах технічного обслуговування на відстань до 500 км. Чим віддалено знаходиться господарство від спеціалізованої організації технічного сервісу, тим дорожче обходиться технічне обслуговування. Подорожчання компенсує споживач послуг, що ставить в нерівноцінні партнерські відносини господарства і техцентри.

Щоби розподілити частку (φ) обсягу передачі робіт на підприємства спеціалізованого технічного сервісу за сформованими групам господарств, визначимо залежність φ від економії, отриманої при винесенні операцій складних видів технічного обслуговування за напружений період. скористаємося співвідношенням.

$$\varphi = 1 - \frac{Z}{\Sigma E} \quad (2)$$

де Z – затрати на ТО2 і ТО-3, виконувани на підприємстві спеціалізованого технічного сервісу;

ΣE – сумарна економія підприємства від перенесення операцій ТО-2 і ТО-3 за напружений період.

Залежність φ від економії, отриманої при винесенні операцій складних видів технічного обслуговування за напружений період, розрахована за формулою (2), представлена на рис. 3.

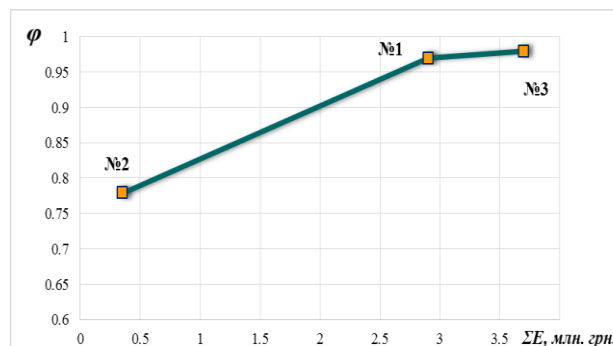


Рис. 3. Прогнозування залежності частки обсягу робіт, переданих на СТО, від економії витрат.

Fig. 3. Forecasting the dependence of the share of work transferred to the service station on cost savings.

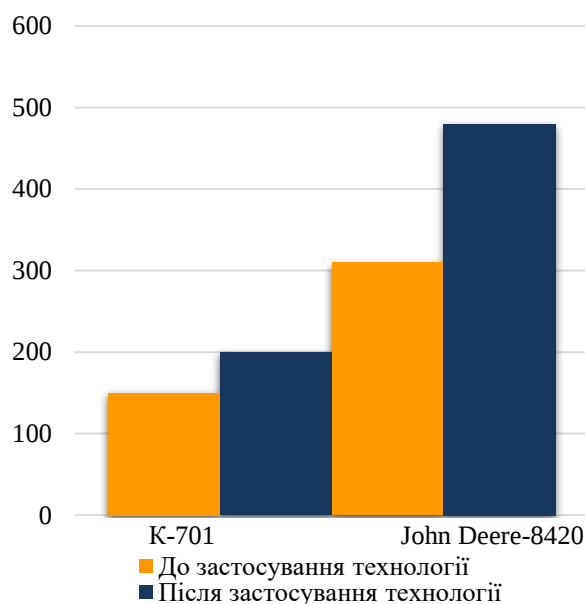


Рис. 4. Напрацювання на відмову $H_{\text{в}}$, год.

Fig. 4. Operating time on refusal $H_{\text{в}}$, h.

Дохід підприємства безпосередньо залежить від економії витрат при винесенні робіт складних видів технічного обслуговування за напружений період. Отже, чим вище економія витрат, тим більший обсяг робіт господарство може передати підприємствам спеціалізованого технічного сервісу.

На підставі виконаних розрахунків можна дати наступні рекомендації: при $\varphi \geq 0,5$ всі роботи по ТО-2 і ТО-3 передаються підприємству спеціалізованого технічного сервісу. Це підвищить надійність тракторів і звільнить механізатора від участі у виконанні операцій з технічного обслуговування (ТО-2, ТО-3). Обслуговування тракторів на підприємствах спеціалізованого технічного сервісу підвищує їх

надійність і скорочує кількість відмов, напрацювання на відмову збільшується на 30% (рис. 4), міжремонтний напрацювання на 40% (рис. 5). Механізатор на основну роботу буде витрачати близько 73% робочого часу (рис. 6), а витрати часу на проведення технічного обслуговування, ремонту машин, усунення та очікування усунення наслідків відмов скоротяться до 25%, що дозволить підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів та якість виконуваних робіт.

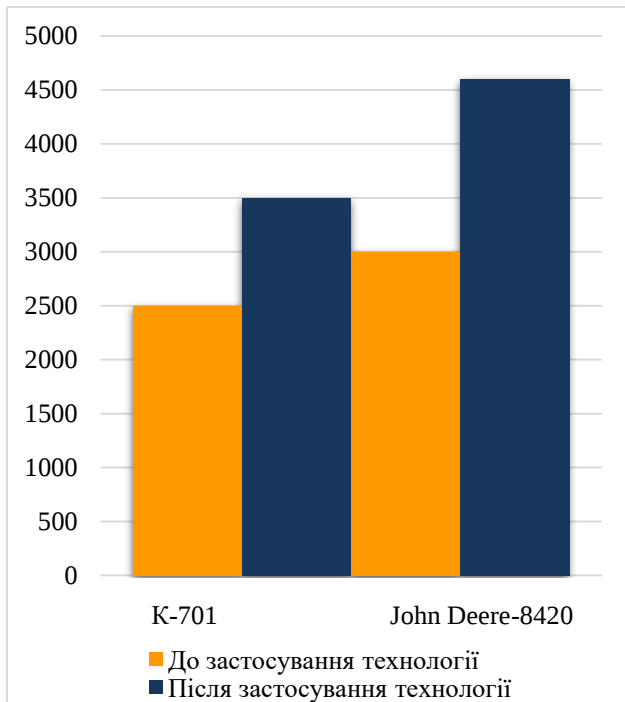


Рис. 5. Міжремонтне напрацювання H_{px} , год.
Fig. 5. Inter-repair time H_{px} , h.



Рис. 6. Діаграма зайнятості механізатора протягом року.

Fig. 6. Chart of employment of the machine operator during the year.

Організація технічного обслуговування в кооперації з спеціалізованими центрами дозволить збільшити дохідність підприємства.

Фактична змінна продуктивність залежить від коефіцієнта технічної готовності:

$$k_r = \frac{M_{sp}}{M} \quad (3)$$

де M_{sp} – кількість справних машин, шт;

M – загальна кількість машин, шт.

Однак даний коефіцієнт за відносно короткий проміжок часу (посівні роботи, зяблева оранка і ін.) Не в повній мірі відображає фактичну кількість працюючих машинно-тракторних агрегатів через недостатню кількість механізаторів, а також простою тракторів на технічному обслуговуванні, ремонті, усунення відмов і очікуванні. Тому більш кращою характеристикою готовності техніки, на наш погляд, може бути коефіцієнт технічного використання техніки:

$$k_{tv} = \frac{W_{\phi}}{W_j} \quad (4)$$

де W_{ϕ} – фактична змінна продуктивність, га/см;

W_j – номінальна змінна продуктивність j -ї машини, га/см.

Коефіцієнт технічного використання техніки залежить від часу, витраченого на виконання операцій з технічного обслуговування (3). При своєчасному проведенні технічного обслуговування в повному обсязі підвищується продуктивність машинно-тракторних агрегатів, збільшуються напрацювання тракторів на відмову і їх міжремонтний наробіток.

Винос операцій складних видів технічного обслуговування за напружений період і виконання ТО-2 в обсязі ТО-3 ведуть до збільшення часу його проведення, що підвищує надійність тракторів, відповідно і продуктивність машинно-тракторних агрегатів при виконанні технологічних операцій.

Залежність коефіцієнта використання техніки k_{tv} від часу на технічне обслуговування T_{to} представлена на рис. 7.

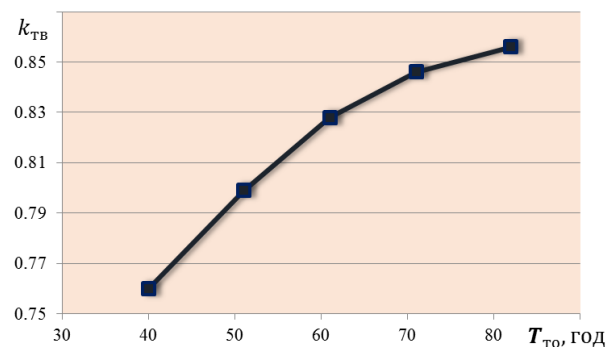


Рис. 7. Залежність коефіцієнта використання техніки k_{tv} від часу на технічне обслуговування T_{to} .

Fig. 7. Dependence of the utilization factor of technology k_{tv} on time for maintenance T_{to} .

Визначення фактичної змінної продуктивності машино-тракторного агрегату здійснювали в двох господарствах Київської області №1 та №3 при виконанні польових операцій: посіву зернових і зяблевої оранки. На посіві в господарствах використовувалися посівні машинно-тракторні агрегати в складі тракторів марки «Кировець» і John Deere-8420 з п'ятьма універсальними зерновими

сівалками; на зяблевої оранки – трактора марки «Кировець» і John Deere-8420 з плугами ПЛН-9-35. Встановлено, що після впровадження нової технології технічного обслуговування підвищується фактична змінна продуктивність машинно-тракторного агрегату

за рахунок скорочення часу на технічне обслуговування тракторів, усунення їх відмов, ремонт, транспортування і очікування виконання цих робіт. Результати представлені в таблиці 5.

Таблиця 5. Фактична змінна продуктивність, га/см.
Table 5. Actual variable productivity, ha/cm.

Господарство	№1		№3	
	До застосування	Після застосування	До застосування	Після застосування
Посів зернових	35,5	40,5	34,9	39,8
Зяблева оранка	29	33,1	27,9	31,8

Із аналізу таблиці 4.10 видно, що фактична змінна продуктивність машинно-тракторних агрегатів збільшується на 14%, прямо пропорційно зміні коефіцієнта технічного використання техніки $k_{ТВ}$ (рис. 8), а також покращилася якість виконання робіт.

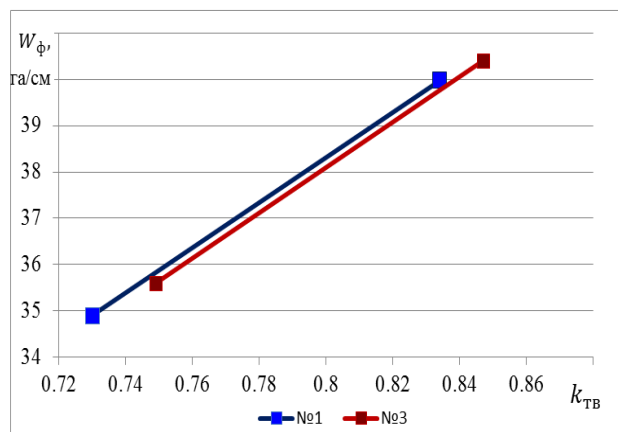


Рис. 8. Фактична змінна продуктивність машинно-тракторних агрегатів при зміні коефіцієнта технічного використання техніки.

Fig. 8. The actual variable productivity of machine-tractor units when changing the coefficient of technical use of equipment.

Висновки

1. На підставі виконаних розрахунків можна дати наступні рекомендації: при $\varphi \geq 0,5$ всі роботи по ТО-2 і ТО-3 передаються підприємству спеціалізованого технічного сервісу. Це підвищить надійність тракторів і звільнить механізатора від участі у виконанні операцій з технічного обслуговування (ТО-2, ТО-3). Обслуговування тракторів на підприємствах спеціалізованого технічного сервісу підвищує їх надійність і скорочує кількість відмов, напрацювання на відмову збільшується на 30%, міжремонтний напрацювання на 40%. Механізатор на основну роботу буде витрачати близько 73% робочого часу, а витрати часу на проведення технічного обслуговування, ремонту машин, усунення та очікування усунення наслідків відмов скоротяться до 25%, що дозволить підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів та якість виконуваних робіт..

2. Винос операцій складних видів технічного обслуговування за напружений період і виконання ТО-2 в обсязі ТО-3 ведуть до збільшення часу його

проведення, що підвищує надійність тракторів, відповідно і продуктивність машинно-тракторних агрегатів при виконанні технологічних операцій.

3. Фактична змінна продуктивність машинно-тракторних агрегатів збільшується на 14%, прямо пропорційно зміні коефіцієнта технічного використання техніки $k_{ТВ}$ (рис. 8), а також покращилася якість виконання робіт.

Список літератури

1. Sergejeva N., Aboltins A., Strupule L., Aboltina B. Mathematical knowledge in elementary school and for future engineers. Proceedings of 17th International Scientific Conference "Engineering for rural development". Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17. P. 1166-1172.
2. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal. 2017. Vol. 19. P. 158-163.
3. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents. Environmental Chemistry Letters. 2018. Vol. 16. P. 79-84.
4. Masek J., Novak P., Jasinskas A. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. Proceedings of 16th International Scientific Conference "Engineering for rural development". Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16. P. 1180-1185.
5. Rogovskii I., Grubrin O. Accuracy of converting videoendoscopy combine harvester using generalized mathematical model. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: technique and energy of APK. Kyiv, Ukraine. 2018. Vol. 298. P. 149-156. doi: 10.31548/me.2018.04.149-156.
6. Viba J., Lavendelis E. Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME, 22 April 2006. Tallinn, Estonia. P. 95-98.
7. Luo A.C.J., Guo Y. Vibro-impact Dynamics. Berlin: Springer-Verlag, 2013. 213 p.
8. Astatheev V., Krupenin V. Efficiency of vibration machines. Proceedings of 16th International Scientific Conference "Engineering for rural development". Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16. P. 108-113.

9. Zagurskiy O., Ohienko M., Rogach S., Pokusa T., Titova L., Rogovskii I. Global supply chain in context of new model of economic growth. Conceptual bases and trends for development of social-economic processes. Monograph. Opole. Poland, 2018. P. 64-74.

10. Drga R., Janacova D., Charvatova H. Simulation of the PIR detector active function. Proceedings of 20th International conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2016), July 14-17, 2016, E D P Sciences, 17 Ave Du Hoggar Parc D Activites Coutaboeuf Bp 112, F-91944 Cedex A, France, Vol. 76. UNSP 04036.

11. Novotny J. Technical and natural sciences teaching at engineering faculty of FPTM UJEP. Proceedings of 15th International Scientific Conference "Engineering for rural development". Jelgava, Latvia, May 23-25, 2016, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 15. P. 16-20.

12. Pinzi S., Cubero-Atienza A. J., Dorado M. P. Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. Journal of Sound and Vibration. 2016. Vol. 266. Issue 3. P. 407-441.

13. Rogovskii I. L. Systemic approach to justification of standards of restoration of agricultural machinery. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No 3. P. 181-187.

14. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No 4. P. 145-150.

15. Rogovskii I. Л. Алгоритмічність визначення періодичності відновлення працездатності сільськогосподарських машин за ступенем витрат їх ресурсу. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 1. P. 155-162.

16. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298.

17. Kalinichenko D., Rogovskii I. Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. MOTROL. An International Quarterly Journal on Motorization and Energetics in Agriculture. Lublin. 2017. Vol. 19. No 3. P. 179-184.

18. Kalinichenko D., Rogovskii I. Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 93-102.

19. Kalinichenko D., Rogovskii I. Method for determining time of next maintenance of combine harvesters. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2018. Lublin–Rzeszów. Vol. 18. No 1. P. 105-115.

20. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Аналіз систем і стратегій технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів та їх складових частин. Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 258. С. 380–390.

21. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Штучні когнітивні системи в процесах технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 353–361.

22. Rogovskii I. L. Probability of preventing loss of efficiency of agricultural machinery during exploitation. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 258. С. 399-407.

23. Роговський І. Л. Методологічність виконання технологічних операцій відновлення працездатності сільськогосподарських машин при обмежених ресурсах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212. Ч. 1. С. 314–322.

24. Rogovskii Ivan. Graph-modeling when the response and recovery of agricultural machinery. MOTROL. Lublin. 2016. Vol. 18. No 3. P. 155–164.

25. Роговський І. Л. Модель стохастичного процесу відновлення працездатності сільськогосподарської машини в безінерційних системах із запізненням. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 3. P. 143–150.

26. Роговський І. Л. Моделі формування альтернатив інженерного менеджменту в методах підвищення виробництва зерна в сільськогосподарських підприємствах. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146.

References

1. Sergejeva N., Aboltins A., Strupule L., Aboltina B. (2018). Mathematical knowledge in elementary school and for future engineers. Proceedings of 17th International Scientific Conference "Engineering for rural development". Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. 17. 1166-1172.
2. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. (2017). Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal. 19. 158-163.
3. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. (2018). Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents. Environmental Chemistry Letters. 16. 79-84.
4. Masek J., Novak P., Jasinskas A. (2017). Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. Proceedings of 16th International Scientific Conference "Engineering for rural development". Jelgava, Latvia, May 24-26, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. 16. 1180-1185.

5. Rogovskii I., Grubrin O. (2018). Accuracy of converting videoendoscopy combine harvester using generalized mathematical model. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: technique and energy of APK*. Kyiv, Ukraine. 298. 149-156. doi: 10.31548/me.2018.04.149-156.
6. Viba J., Lavendelis E. (2006). Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In *Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME*, 22 April 2006. Tallinn, Estonia. 95-98.
7. Luo A.C.J., Guo Y. (2013). *Vibro-impact Dynamics*. Berlin: Springer-Verlag. 213.
8. Astashev V., Krupenin V. (2017). Efficiency of vibration machines. *Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, May 24-26, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. 16. 108-113.
9. Zagurskiy O., Ohiienko M., Rogach S., Pokusa T., Titova L., Rogovskii I. (2018). Global supply chain in context of new model of economic growth. *Conceptual bases and trends for development of social-economic processes*. Monograph. Opole. Poland, 64-74.
10. Drga R., Janacova D., Charvatova H. (2016). Simulation of the PIR detector active function. *Proceedings of 20th International conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2016)*, July 14-17, 2016, E D P Sciences, 17 Ave Du Hoggar Parc D Activites Coutaboeuf Bp 112, F-91944 Cedex A, France, 76, UNSP 04036.
11. Novotny J. (2016). Technical and natural sciences teaching at engineering faculty of FPTM UJEP. *Proceedings of 15th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, May 23-25, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. 15. 16-20.
12. Pinzi S., Cubero-Atienza A.J., Dorado M.P. (2016). Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. *Journal of Sound and Vibration*, 266 (3). 407-441.
13. Rogovskii I. L. (2019). Systemic approach to justification of standards of restoration of agricultural machinery. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 10(3). 181-187.
14. Rogovskii I. L. (2019). Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 10(4). 145-150.
15. Rogovskii I. L. (2020). Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 11(1). 155-162.
16. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 18. 291-298.
17. Kalinichenko D., Rogovskii I. (2014). Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. *MOTROL. An International Quarterly Journal on Motorization and Energetics in Agriculture*. Lublin. 19(3). 179-184.
18. Kalinichenko D., Rogovskii I. (2017). Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Lublin–Rzeszów. 17(3). 93-102.
19. Kalinichenko D., Rogovskii I. (2018). Method for determining time of next maintenance of combine harvesters. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*, 18(1). 105-115.
20. Kalinichenko D. Yu., Rogovskii, I. L. (2017). Systems analysis and strategies for technical maintenance of combine harvesters and their parts. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kyiv. 258. 380-390.
21. Kalinichenko D. Yu., Rogovskii, I. L. (2017). Artificial cognitive systems in the processes of technical maintenance of combine harvesters. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kyiv. 262. 353-361.
22. Rogovskii I. L. (2017). Probability of preventing loss of efficiency of agricultural machinery during exploitation. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kyiv. 258. 399-407.
23. Rogovskii I. L. (2015). Metodological performance of technological operations of restoration of working capacity of agricultural mashines at limited resources. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kyiv. 212(1). 314-322.
24. Rogovskii Ivan. (2016). Graph-modeling when the response and recovery of agricultural machinery. *MOTROL. Lublin*. 18(3). 155-164.
25. Rogovskii I. L. (2020). Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 11(3). 143-150.
26. Rogovskii I. L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 12(1). 137-146.

РЕСУРСНОСТЬ РАСХОДОВ ВЫНОСА
ЗА НАПРЯЖЕННЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ПЕРИОД ОБЪЕМА ОПЕРАЦИЙ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

І. Л. Роговський

Аннотация. В статье проведен анализ поддержание существующих сельскохозяйственных машин в работоспособном состоянии, за которым следует отработать систему технического обслуживания с учетом условий реформирования аграрного сектора. Под техническим обслуживанием

понимается комплекс работ по поддержанию работоспособности или исправности изделий при использовании по назначению путем регулировочных, знающих, заправочных и крепежных работ. Для оценки альтернативных вариантов целесообразно проводить морфологический анализ всей совокупности возможных решений исследуемой проблемы, представленных в виде морфологической матрицы, в которой представлены основные функции машины и варианты предметных форм их выполнения.

Теоретическими исследованиями предоставили ответ на два главных вопроса – как должна меняться система технического обслуживания в зависимости от уровня развития аграрного производства, а также – какие параметры должна иметь система обслуживающего сервиса, чтобы выполнять соответствующие вмешательства с минимальными технологически необходимыми затратами ресурсов и капиталовложениями. Оценка уровня технического обслуживания сельскохозяйственных машин предусмотрено выполнять по совокупности организационно-технических факторов, формализованных через части и комплексные показатели, в два этапа. Первый – оценка через части показатели по каждому фактору отдельно. Второй – оценка комплексного показателя (по всем факторам в целом).

Ключевые слова: методология, коэффициент готовности, эффективность, сельскохозяйственная машина.

Key words: methodology, availability, efficiency, agricultural machine.

I. Л. Роговський ORCID 0000-0002-6957-1616.

RESOURCE OF REMOVAL EXPENSES FOR STRONG AGRICULTURAL PERIOD OF VOLUME OF OPERATIONS

I. L. Rogovskii

Abstract. In the article the analysis of existing agricultural machines in a healthy state, followed by work on the maintenance system subject to the conditions of reforming of the agrarian sector. Under maintenance refers to the complex of works on maintenance of working capacity or serviceability of the products during use by adjusting, knowledgeable, filling and retaining work. For the assessment of the alternatives it is advisable to conduct morphological analysis of the entire set of possible solutions to the research problem presented in a morphological matrix, which presents the basic functions of the machine and options the subject of the forms of their implementation.

Theoretical research has provided the answer to two fundamental questions – how to change maintenance system depending on the level of development of agricultural production, and what parameters must have the system maintenance service to perform the appropriate intervention with the minimum technologically necessary costs of resources and investment. Assessment of the level of maintenance of agricultural machinery is provided to carry on the totality of organizational and technical factors, formalized through parts and complex indicators, in two phases. The first evaluation of using of the indicators for each factor separately. Second – assessment of a complex indicator (for all factors).

