

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
116-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***23-24 лютого 2023 року
м. Київ***

3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskiy A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.

4. 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. doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451.

5. Rogovskii I. L. 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. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

УДК 631.001.04

ADDITIVITY IN SYSTEM OF RESTORATION OF PERFORMANCE OF GRAIN HARVESTING COMBINERS

L. L. TITOVA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: l_titova@nubip.edu.ua

The analysis of factors affecting the technical condition of combine harvesters (further – combine) shows that, in addition to operating conditions, the repair system has a significant impact [1]. Currently, the system of repairs is carried out according to the system of preventive repairs [2], a characteristic feature of which is the implementation of preventive and repair work through equal and multiple periods [3], expressed in mileage kilometres or calendar terms [4].

However, with the equality and multiplicity of the designated maintenance periods [5], the existing system does not take into account the change in technical condition and reliability [6], which occurs as a result of the action of various operating conditions [7]. The lack of accounting for these features is one of the reasons for the increased damage of machinery in operation [8], and leads to a decrease in the number of machinery employed in the production of agricultural products [9]. Therefore [10], one of the main ways to increase the operating time of the equipment between the relevant types of repairs is to further improve the planning of putting the equipment into repair, taking into account their technical condition. In this regard, the task of determining a rational system of maintenance of equipment taking into account its technical condition is important and relevant [10]. The selection of inter-repair periods is carried out on the basis of minimizing the specific costs of funds per unit of equipment production [11].

The task is solved for the accepted periodicity of the repair

$$C_y = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} C_t \Rightarrow \min, \quad (1)$$

provided that $T_y \leq \frac{qK_\phi N}{W} - 1$, where T_y – the total time the equipment is in all types of repairs per work t taking into account repair technology; C_y – specific costs of funds; C_t – expenses for scheduled and unscheduled repairs, taking into account the repair technology for earnings t ; q – the productivity of the equipment in working condition if there is a work front; K_ϕ – coefficient of availability of work front; N – equipment park; W is the productivity of the equipment required to perform a given volume of work in a given period.

The system of scheduled restorations for equipment is built according to the periods of restoration of its nodes and elements, obtained as a result of repeated selection of periods by solving problem (1).

The equipment model is built with the assumption that the equipment consists of a set of elements $\{\omega_i\}$, $i = \overline{1, M}$, the failure of each of which is an independent event and the intensity of equipment failures will be:

$$\lambda(t) = \sum_{i=1}^M \lambda_i(t), \quad (2)$$

where $\lambda_i(t)$ – intensity of element failures ω_i , t – mileage (service life) of the equipment from the moment of its construction.

We will set the system as a set of pairs $\{x_k, V_k\}$, $k = 1, 2, \dots$, where x_k – mileage (work-in), during which repairs are carried out in volume V_k .

To assess the impact of repairs, in volume V_k on the intensity of failures of its equipment, it is suggested to use the repair model:

$$\lambda(t|x, V) = R_x^V \lambda(t), \quad t \geq x, \quad (3)$$

where x – mileage (work-up), after which extensive repairs are carried out V ; R_x^V – repair operator.

Let's consider the classic model of the repair effect, which represents the replacement of one or another element with a new one.

Let t_1, t_2, \dots, t_M the last moments of earnings, when the corresponding elements were replaced. In this case, taking into account (2) and (3), we have:

$$\lambda(t|x, V) = R_x^V \lambda(t|t_1, t_2, \dots, t_M) = \sum_{\omega_i \in \Omega \setminus V} \lambda_{\omega_i}(t - t_i) + \sum_{\omega_i \in V} \lambda_{\omega_i}(t - x).$$

In this ratio $t \geq x \geq \max_{1 \leq i \leq M} \{t_i\}$. The main requirement for the reliability of the volume V and earnings x is that after earning ℓ the intensity of failures did not exceed values $\bar{\lambda}$.

The requirement for reliability of equipment can be written in the form:

$$\sum_{\omega_i \in V} \varphi(\omega_i) \geq \alpha,$$

where $\varphi(\omega_i) = \lambda_{\omega_i}(x + \ell - t_i) - \lambda_{\omega_i}(\ell)$ and $\alpha = \sum_{\omega_i \in \Omega} \lambda_{\omega_i}(x + \ell - t_i) - \bar{\lambda}$.

With a certain degree of accuracy, spending money on repairs in volume V can be estimated as follows:

$$F(V) = \sum_{\omega_i \in \Omega} f(\omega_i),$$

where $f(\omega_i)$ – expenses for restoration (repair) of the element ω_i .

Note that the actual costs will not exceed the value $F(V)$. Thus, if x given and given $\ell, \bar{\lambda}$, then we come to the problem:

$$F(V) \rightarrow \min, \quad (4)$$

provided $\sum_{\omega_i \in V} \varphi(\omega_i) \geq \alpha$, $V \subseteq \Omega$. Regarding the determination of the rational volume of repairs, we have that the solution to problem (4) can be presented in the form:

$$V_*(\mu) = \{ \omega \in \Omega : f(\omega) - \mu \cdot \varphi(\omega) \leq 0 \},$$

where is the Lagrange multiplier μ is determined from the condition $\sum_{\omega \in V_*} \varphi(\omega) \geq \alpha$.

Based on the fact that the intensity of failures is determined by statistical data for the equipment that is included in the sample, it will be rational, from the point of view of the introduction of errors, to carry out calculations of the system of their retention through the H-characteristics of nodes and aggregates for which all the provisions of the relevant λ -characteristic.

The rational amount of repair of equipment will be called such amount of repair V , which must be performed at the moment x (x is the amount of work (mileage)) so that at the moment $x + \ell$ (ℓ – earnings (mileage) from moment x) growth rate of the average number of failures $h(x + \ell)$ would not exceed the predetermined value \bar{h} .

The growth rate of the average number of failures for earnings (mileage) $x + \ell$ (under the condition that at time x the repair volume V is carried out) will be:

$$h(x + \ell | x, V) = \sum_{i \in \Omega \setminus V} h_i(t) \Big|_{t=x+\ell} + \sum_{i \in V} h_i(t-x) \Big|_{t=x+\ell},$$

it should not exceed, that is:

$$h(x + \ell | x, V) \leq \bar{h}. \quad (5)$$

If, in case of restored equipment (repair of volume V), elements are replaced with new ones, then condition (5) will have the following form:

$$\sum_{i \in \Omega \setminus V} h_i(x + \ell) + \sum_{i \in V} h_i(\ell) \leq \bar{h}. \quad (6)$$

Inequality (6) can be written in the form:

$$\sum_{i \in \Omega} h_i(x + \ell) - \sum_{i \in V} h_i(x + \ell) + \sum_{i \in V} h_i(\ell) \leq \bar{h}, \text{ or } \sum_{i=1}^N h_i(x + \ell) - \bar{h} \leq \sum_{i \in V} (h_i(x + \ell) - h_i(\ell)).$$

Note that

$$\varphi_i = h_i(x + \ell) - h_i(\ell), \alpha = \sum_{i=1}^M h_i(x + \ell) - \bar{h}, \quad (7)$$

then $F_2(V) = \sum_{i \in V} \varphi_i$, shows how much the growth rate of the average number of failures per moment will decrease $x + \ell$ under the condition that at time x the repair volume V is carried out. To solve the problem, it is necessary to

$$F_1(V) = \sum_{i \in V} c_i \rightarrow \min, F_2(V) = \sum_{i \in V} \varphi_i \geq \alpha.$$

In terms of N the characteristics of determining the rational amount of repair came down to the need to minimize the cost of repair (4) in such a way that the sum of the difference in the rate of increase in the average number of failures of all the elements of equipment that were repaired was at least α , which is determined by formula (7).

The task of determining a rational maintenance system is a multi-parameter task and boils down to determining the minimum of a function that depends on three variables: the maximum allowable growth rate of the average number of failures \bar{h} , the minimum mileage between the nearest repairs ℓ and mileage until the end of the operation of equipment X .

The results that were obtained in the process of solving the scientific problem do not contradict the known results, are characterized by additional elements of novelty and are distinguished by a higher efficiency of practical application.

References

1. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Використання системи масового обслуговування для оптимізації затрат на обслуговування комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2016. Вип. 251. С. 140-151.
2. Тітова Л. Л., Надточій О. В., Роговський І. Л. Аналіз динаміки комбайнового ринку України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2016. Вип. 20. С. 254-262.
3. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Технічні фактори і їх вплив на значення втрат зерна за молотаркою. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». 2016. Вип. 10/1 (29). С. 86-90.
4. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Побудова дорадчої системи діагностування зернозбиральних комбайнів на основі бази знань. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. С. 56-69.
5. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Рациональне використання ресурсів фермерським господарством. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 367-379.
6. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Оцінка впливу факторів на витрату палива зернозбиральним комбайном. Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 93-106.

7. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Аналіз багатоканальної системи масового обслуговування при сталому і несталому режимах роботи зернозбиральних комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 160-173

8. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Оптимізація навантаження збиральних ланок залежно від терміну експлуатації. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Вип. 10. № 2. С. 97-102.

9. Titova L. L. Criteria for evaluation of efficiency of using machines in agricultural complex. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 2. P. 151-156.

10. Тітова Л. Л. Інформаційно-динамічна модель управління сервісним відновленням працездатності зернозбиральних комбайнів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2022. Випуск 30(44). С. 71-81.

11. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Інженерний менеджмент впливу показників безвідмовності і ремонтпридатності зернозбирального комбайна на ефективність його машиновикористання. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: механізація та автоматизація виробничих процесів. 2022. Вип. 2(48). С. 76-82. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.11>.

УДК 631.763.1

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

І. О. ОСАДЧИЙ, аспірант
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: osadchiy@nubip.edu.ua

Для підвищення економічної ефективності й конкурентоспроможності виробництва соняшнику та кукурудзи, процес вимагає впровадження сучасних інноваційних технологій для підвищення КРІ з гектара землі [1]. Значну увагу слід приділяти організаційно-технологічним чинникам внутрішнього середовища сільськогосподарських товаровиробників. Унаслідок зміни кліматичних умов відбувається поступова зміна технології вирощування зернових культур [2]. Зміна технології вирощування передбачає перехід на нові сільськогосподарські агрегати, які забезпечуватимуть точне землеробство [3]. Без правильного обґрунтування ефективності використання новітніх технологій