

Ничай І. М.

УДК 631.001.4

**АНАЛІТИЧНІСТЬ МАРКІВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ОПИСУ КОЕФІЦІЄНТУ
ТЕХНІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ****І. М. НИЧАЙ**, аспірант, <https://orcid.org/0000-0003-3720-5061>E-mail: nychay@nubip.edu.ua**Національний університет біоресурсів і природокористування України**[https://doi.org/10.31548/dopovidi.3\(109\).2024.021](https://doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.021)

Анотація. У статті наведено результати дослідження впливу умов та режимів експлуатації на технічний стан зернозбиральних комбайнів. Зернозбиральний комбайн у процесі експлуатації поступово втрачає свою працездатність. Для забезпечення стійкої роботи парку сільськогосподарських машин, підтримки його технічного стану та підвищення експлуатаційної надійності проводиться технічний контроль зернозбиральних комбайнів. Аналіз технічного стану зернозбиральних комбайнів показав, що залишається високим відсоток несправних зернозбиральних комбайнів, простої на всіх видах ремонту та кількість непланових ремонтів. Одними з основних причин такого стану є низький рівень організації та якості технічного контролю, недостатня механізація технологічних процесів. Базовим елементом технологічної підготовки ремонтного виробництва є розробка технологічного процесу, що забезпечує наявність на підприємстві повного комплексу технологічної документації для організації та проведення технічного обслуговування та ремонтів тягового рухомого складу. При розробці технологічних процесів ремонту проводиться вибір технологічних операцій та засобів їх технологічного оснащення, нормативні документи вимог на допуски, зазори, зусилля посадок, напресовок, різбових з'єднань, якості обробки, точність збирання тощо. З розроблених технологічних операцій визначаються технічні умови для розробки нестандартного технологічного устаткування. Як цільову функцію взято раціональну періодичність обслуговування зернозбиральних комбайнів, а саме раціональний час між обслуговуваннями. Аналіз результатів відомих робіт з математичного моделювання та періодичності ремонту та обслуговування складних технічних систем на основі марківських та напівмарківських процесів дозволив запропонувати як критерії моделювання цільової функції комплексні критерії: функціонал готовності, що застосовується для оцінки допустимого часу та функціонал технічного використання, що дозволяє визначати значення оптимального часу між обслуговуваннями зернозбиральний комбайна за технічним параметром в точці максимуму.

Ключові слова. зернозбиральний комбайн, експлуатація, надійність, обладнання, технічна готовність, технічний контроль

Актуальність. Технологічна вимоги до їх працездатності та складність ремонту сучасних ресурсу призводять до зростання зернозбиральних комбайнів, високі обсягу та вимог до якості

Ничай І. М.

технологічної підготовки ремонтного обладнання (Schultz, et all, 2020). Результатом технологічної підготовки є технологічна готовність виробництва, яка визначається наявністю на ремонтному підприємстві повних комплектів конструкторської та технологічної документації та засобів технологічного оснащення для здійснення заданого обсягу випуску з ремонту зернозбиральних комбайнів (Kuzmich, et all, 2021).

Аналіз останніх досліджень.

Головною причиною високого рівня пошкоджень та несправностей зернозбиральних комбайнів є незадовільна якість поточних ремонтів та технічного обслуговування (Lindström, Franchini, Nolasco, 2022). З цієї причини відбувається 57,0–59,2 % відмов та 32,0–43,9 % непланових ремонтів двигунів та 62,7–69,5 % відмов та 43,1–46,7 % непланових ремонтів жатки від загальної кількості (Aulin, et all, 2024; Vladyslav, 2022; Rogovskii, et all, 2024; Nazarenko, et all, 2021; Dela Cruz, Padilla, Victoria, 2021; Rogovskii, Lyubarets, Borek, 2022; Volokha, et all, 2023; Rogovskii, 2021a).

Актуальною проблемою на сьогоднішній день є те, що для поліпшення технічного стану та експлуатаційної надійності зернозбиральних комбайнів необхідне вдосконалення технологічної готовності виробництва при технічному контролі

за допомогою розробки та впровадження сучасних технологічних процесів та спеціалізованого нестандартного ремонтного та діагностичного обладнання (Rogovskii, 2021b).

Вибрані критерії представлені виразами у вигляді функціоналів від конструктивних та технологічних параметрів і дозволяють оцінювати вплив цих параметрів на технічний стан зернозбирального комбайна (Casado-Sanz, Guirao, Attard, 2020; Rogovskii, 2021c). За допомогою отриманих виразів можна визначати вихідну інформацію для технічних умов на проектування та вдосконалення технологічних процесів технічного контролю, нестандартного обладнання та оснащення (Abu Dabous, et all, 2021).

Мета дослідження. Метою даної статті є аналіз факторів, що впливають на експлуатаційну надійність, причин зносу і пошкоджень деталей та вузлів зернозбиральних комбайнів.

Результати дослідження та їх обговорення. Наведено результати моделювання процесів ТК зернозбиральних комбайнів з визначенням періодичності обслуговування за технічними параметрами.

Як цільову функцію взято раціональну періодичність обслуговування зернозбиральних комбайнів $T_{\text{рац}}$, а саме раціональний час між обслуговуваннями.

Ничай І. М.

Аналіз результатів відомих робіт з математичного моделювання та періодичності ремонту та обслуговування складних технічних систем на основі: марківських та напівмарківських процесів дозволив запропонувати як критерії моделювання цільової функції комплексні критерії: функціонал готовності $K_T(T)$, що застосовується

$$K_{TB}(T) = \frac{T_{роб.k}[T]}{T_{роб.k}[T, \beta] + T_{АР.k}[T, \beta] + T_{ТО.k}[T]} \quad (1)$$

$$K_T(T) = \frac{T_{роб.k}[T]}{T_{роб.k}[T, \beta] + T_{АР.k}[T, \beta]} \quad (2)$$

де $T_{роб.k}[T]$ – функція істинного часу знаходження зернозбирального комбайна по досліджуваному k -му параметру в станах функціонування при $k = \overline{1, N}$; N – число технічних параметрів, якими обслуговується зернозбиральний комбайн; $T_{роб.k}[T, \beta]$, $T_{АР.k}[T, \beta]$, $T_{ТО.k}[T]$ – функції спостережуваного часу знаходження зернозбирального комбайна по k -му параметру в станах

для оцінки допустимого часу $T_{дод}$, та функціонал технічного використання $K_{TB}(T)$, що дозволяє визначати значення оптимального часу $T_{опт}$ між обслуговуваннями зернозбиральний комбайна за k -м технічним параметром в точці максимуму $K_{TB}(T)$. Функціонали визначаються виразами:

функціонування, аварійного або планового ремонту відповідно при $0 \leq \beta \leq 1$; T – час між ТК; β – помилки діагностування другого роду.

Типові графіки залежностей $K_{TB}(T)$ та $K_T(T)$ від часу між ремонтами зернозбиральний комбайна та їх використання для визначення $T_{рац}$ ($T_{опт} \leq T_{рац} \leq T_{дод}$) наведено на рис. 1.

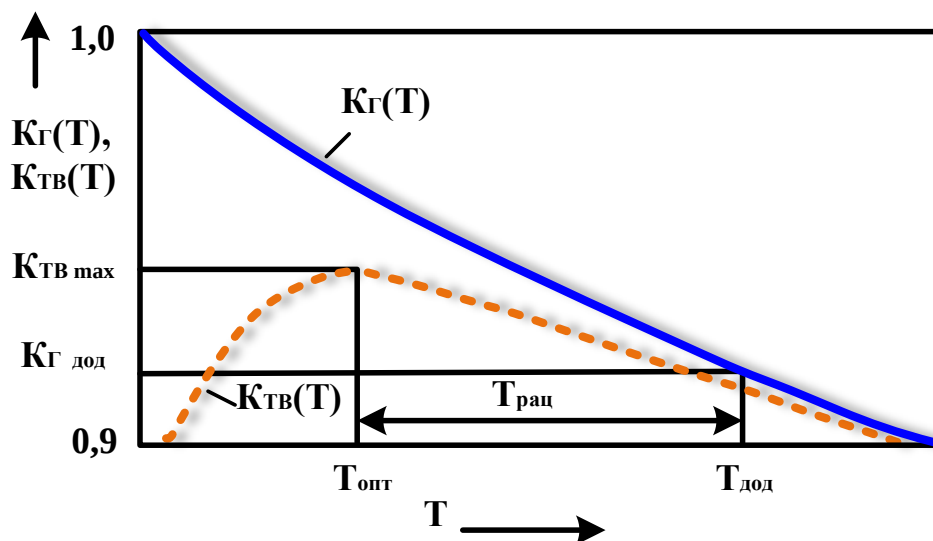


Рис. 1. Залежності $K_{TB}(T)$ та $K_T(T)$ від часу

Вибір конкретного значення часу $T_{рац}$ визначається додатковим

Ничай І. М.

вартісним критерієм $C_{\text{рац}}$. Для досягнення найбільшої достовірності результатів необхідно використовувати моделі, що враховують помилки діагностування.

Технічний стан деталей і вузлів зернозбирального комбайна, які визначають значення k -го параметра, може бути таким: справним (S_0); розрегулювання (S_1) явної відмови

(S_2); прихованої відмови (S_3); помилкової відмови (S_4); обслуговування справного вузла (S_{T0}); обслуговування розрегульованого вузла (S_{1T0}); обслуговування вузла, що знаходиться в прихованій відмові, (S_{3T0}).

Граф станів представлений на рисунку 2.

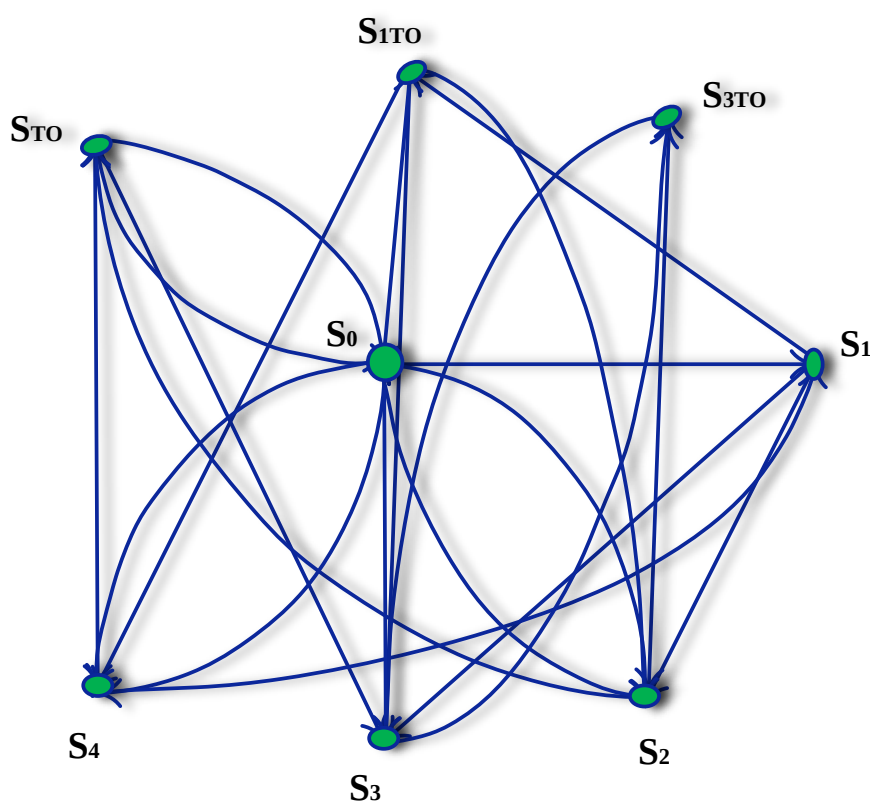


Рис. 2. Граф станів, що враховує вплив помилок діагностування

Перехідні ймовірності визначаються виразом:

$$\bar{\pi} = |\pi_0(T) \pi_1(T) \pi_2(T) \pi_3(T) \pi_4(T) \pi_{T0}(T) \pi_{1T0}(T) \pi_{3T0}(T)| \quad (3)$$

За умови $\begin{cases} \pi_i = \bar{\pi}P \\ \sum \pi_i = 1 \end{cases}$ отримаємо систему рівнянь:

Ничай І. М.

$$\begin{cases}
 \pi_0(T) = \pi_2(T) + \pi_4(T) + (1 - \alpha_2)[1 - F_{T0}(t_p)]\pi_{T0}(T) + \\
 \quad + (1 - \alpha_2)[1 - F_{T0}(t_p)]\pi_{1T0}(T); \\
 \pi_1(T) = [1 - F_{02}(T)]F_{01}(T)\pi_0(T); \\
 \pi_2(T) = (1 - \beta_1)F_{02}(T)\pi_0(T) + (1 - \beta_1)F_{12}(T)\pi_1(T) + (1 - \beta_2) \cdot \\
 \quad \cdot F_{T0}(t_p)\pi_{T0}(T) + (1 - \beta_2)F_{T0}(t_p)\pi_{1T0}(T) + (1 - \beta_2)\pi_{3T0}(T); \\
 \pi_3(T) = \beta_1F_{02}(T)\pi_0(T) + \beta_1F_{12}(T)\pi_1(T) + \beta_2F_{T0}(t_p)\pi_{T0}(T) + \\
 \quad + \beta_2F_{T0}(t_p)\pi_{1T0}(T) + \beta_2\pi_{3T0}(T); \\
 \pi_4(T) = \alpha_1[1 - F_{02}(T)][1 - F_{01}(T)]\pi_0(T) + \alpha_1[1 - F_{12}(T)]\pi_1(T) + \\
 \quad + \alpha_2[1 - F_{T0}(t_p)]\pi_{T0}(T) + \alpha_2[1 - F_{T0}(t_p)]\pi_{1T0}(T); \\
 \pi_{T0}(T) = (1 - \alpha_1)[1 - F_{02}(T)][1 - F_{01}(T)]\pi_0(T); \\
 \pi_{1T0}(T) = (1 - \alpha_1)[1 - F_{12}(T)]\pi_1(T); \\
 \pi_{3T0}(T) = \pi_3(T); \\
 \pi_0(T) + \pi_1(T) + \pi_2(T) + \pi_3(T) + \pi_4(T) + \pi_{T0}(T) + \pi_{1T0}(T) + \pi_{3T0}(T) = 1
 \end{cases} \quad (4)$$

Справжнє час знаходження аналізованих станах:
зернозбиральний комбайн в

$$\omega_i(T) = \sum_j P_{ij} dF_{ij}(\tau_{ij}) \quad (5)$$

де P_{ij} – ймовірність переходу з Спостережуваний час
аналізованого стану в працездатний; обумовлено наявністю помилок
 τ_{ij} – час перебування системи у цих діагностування і визначається всім
станах; F_{ij} – функції розподілу часу станів, у яких перебуває
кроку процесу. зернозбиральний комбайн, за такими
формулам:

$$\begin{aligned}
 v_0(T) &= \omega_0(T) + \beta_1 \int_0^T F_{02}(\tau) d\tau; \\
 v_1(T) &= (1 - \alpha_1) \int_0^T [1 - F_{12}(\tau)] + \beta_1 \int_0^T F_{12}(\tau) d\tau; \\
 v_1(T) &= \omega_1(T) + \beta_1 \int_0^T F_{12}(\tau) d\tau; \quad v_2(T) = t_p + t_s + t_a; \\
 v_3(T) &= T; \quad v_4(T) = t_p; \\
 v_{T0}(T) &= (1 - \alpha_2) \int_0^{t_p} [1 - F_{T0}(\tau)] d\tau + \beta_2 \int_0^{t_p} F_{T0}(\tau) d\tau; \\
 v_{1T0}(T) &= (1 - \alpha_2) \int_0^{t_p+t_s} [1 - F_{T0}(\tau)] d\tau + \beta_2 \int_0^{t_p+t_s} F_{T0}(\tau) d\tau; \quad v_{3T0}(T) = t_p
 \end{aligned} \quad (6)$$

Ничай І. М.

Результати розрахунку за параметром технічний стан жатки наведено на рис. 3. Отриманий теоретично інтервал періодичності технічного контролю $1400 \leq T_{\text{рац}} \leq$

1700 дозволяє вибрати періодичність технічного контролю, кратну чинним нормам.

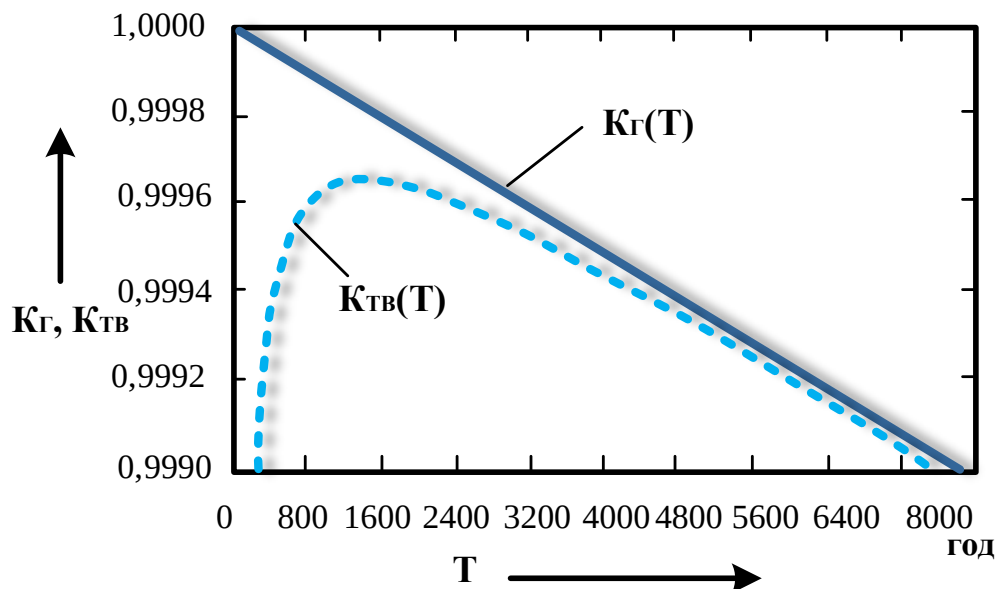


Рис. 3. Розрахунок $T_{\text{рац}}$ для жатки зернозбирального комбайна

Використовуючи напівмарківські моделі обслуговування, отримуємо

вирази для розрахунку комплексних показників надійності:

$$K_{\Gamma} = \frac{\pi_0(T)\omega_0(T) + \pi_1(T)\omega_1(T)}{\pi_0(T)v_0(T) + \pi_1(T)v_1(T) + \pi_2(T)v_2(T) + \pi_3(T)v_3(T)}; \quad (7)$$

$$K_{\text{ТВ}} = \frac{(\pi_0(T)\omega_0(T) + \pi_1(T)\omega_1(T))}{\pi_0(T)v_0(T) + \pi_1(T)v_1(T) + \pi_2(T)v_2(T) + \pi_3(T)v_3(T) + \pi_{\text{ТО}}(T)v_{\text{ТО}}(T) + \pi_{1\text{ТО}}(T)v_{1\text{ТО}}(T) + \pi_{3\text{ТО}}(T)v_{3\text{ТО}}(T)} \quad (8)$$

Спільне застосування функціоналів K_{Γ} і $K_{\text{ТВ}}$ визначає важливе для практики відношення часу технічного обслуговування до усередненого відносного часу

знаходження зернозбирального комбайна по k -му параметру в станах технічного обслуговування (Rogovskii, 2021c).

$$\frac{1}{K_{\text{ТВ}}(T)} - \frac{1}{K_{\Gamma}(T)} = \tau_{\text{ТО}_k}(T) \quad (9)$$

При цьому:

$$T_{\text{ТО}_k}(T) = \pi_{\text{ТО}}(T)v_{\text{ТО}}(T) + \pi_{1\text{ТО}}(T)v_{1\text{ТО}}(T) + \pi_{3\text{ТО}}(T)v_{3\text{ТО}}(T); \quad (10)$$

$$\tau_{\text{ТО}_k}(T) = \frac{\pi_{\text{ТО}}(T)v_{\text{ТО}}(T) + \pi_{1\text{ТО}}(T)v_{1\text{ТО}}(T) + \pi_{3\text{ТО}}(T)v_{3\text{ТО}}(T)}{\pi_0(T)\omega_0(T) + \pi_1(T)\omega_1(T)} \quad (11)$$

Перевага запропонованого методу полягає у введенні третього

Ничай І. М.

критерію у вигляді $\tau_{\text{ТО}_k}$. Задаючись готовністю виробу виконати завдання (знаходження значення обраного параметра в заданих межах), можна визначити $T_{0\Sigma}$, а за його значенням середня відстань між пунктами технічного контролю зернозбиральних комбайнів.

Базовим елементом технологічної підготовки ремонтного виробництва є розробка технологічного процесу, що забезпечує наявність на підприємстві повного комплексу технологічної документації для організації та проведення технічного обслуговування та ремонтів тягового рухомого складу (Radu, Lewandowski, Szelag, 2020).

При розробці технологічних процесів ремонту проводиться вибір технологічних операцій та засобів їх технологічного оснащення, нормативні документи вимог на допуски, зазори, зусилля посадок, напресовок, різьбових з'єднань, якості обробки, точність збирання тощо.

З розроблених технологічних операцій визначаються технічні умови для розробки нестандартного технологічного устаткування.

Проектування технологічного процесу проводиться у дві стадії:

- На першій стадії виконується структурний аналіз об'єкта ремонту (зернозбиральний комбайн) для складання переліку складальних одиниць, елементів та деталей, що

входять до його складу, та його структурної схеми.

- На другій стадії розробляються варіанти технологічних маршрутів ремонту окремих вузлів, складальних одиниць та відновлення деталей.

Для покращення організації та управління ремонтним виробництвом, зменшення собівартості та підвищення якості ремонтних робіт використано інформаційно-динамічне моделювання процесу ремонту, що дозволяє визначати взаємний зв'язок між окремими роботами, вплив однієї операції на іншу. Витрати визначатимуться як сума одноразових витрат за створення та впровадження нестандартного технологічного устаткування.

Висновки

1. В результаті проведених досліджень вирішено комплексне завдання вдосконалення технологічної готовності виробництва під час технічного контролю використання групових технологій. Застосування розроблених методик, технічних та технологічних рішень дозволяє забезпечити агропромислові підприємства повними комплектами технологічної документації та засобами технологічного обладнання для гарантованого здійснення заданого обсягу випуску з ремонту зернозбиральних комбайнів.

2. Розроблені математичні моделі критеріїв оцінки впливу технології

Ничай І. М.

технічного контролю на технічний стан деталей та вузлів зернозбирального комбайна представлені виразами у вигляді функціоналів від конструктивних та технологічних параметрів і дозволяють проводити оцінку розмірів та допусків, які необхідно забезпечити під час виконання ремонту, та визначати вихідні вимоги для розробки технічних умов на проектування та вдосконалення технологічних процесів та нестандартного ремонтного обладнання та оснащення.

References

1. Schultz, C., Lim, W., Khor, S., Neumann, K., Schulz, J., Ansari, O., Skewes, M., Burton, R. (2020). Consumer and health-related traits of seed from selected commercial and breeding lines of industrial hemp, *Hemp sativa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100025>
2. Kuzmich, I.M., Rogovskii, I.L., Titova, L.L. & Nadtochiy, O.V. (2021). Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 677, 052002, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.
3. Lindström, L.I., Franchini, M.C., Nolasco, S.M. (2022). Sunflower fruit hullability and structure as affected by genotype, environment and canopy shading. *Annals of Applied Biology*, 180 (3), 338-347. <https://doi.org/10.1111/aab.12735>
4. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hryniv, A., Mironov, D., Volianskyi, M., Rogatynskyi, R., Solomka, O. & Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (127)), 37–46.
3. Створена методика розробки технологічних процесів технічного контролю зернозбиральних комбайнів, заснована на груповій технології та конструкторсько-технологічній підготовці виробництва. Розроблена методика дозволяє визначати підхід до технологічної підготовки технічного контролю, систематизувати та розподіляти трудові ресурси під час виконання робіт, а також мінімізувати обсяг технологічної документації без шкоди для виробництва.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298567>.

5. Vladyslav, R. (2022). Structure of the national police of Ukraine: modern interpretation. *Entrepreneurship, Economy and Law*, 5, 69–74. <https://doi.org/10.32849/2663-5313/2022.5.11>

6. Rogovskii, I., Sivak, I., Shatrov, R., & Nadtochiy, O. (2024). Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean cultivation. *Engineering of Rural Development*, 23, 965–970. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF195>.

7. Nazarenko, I., Bernyk, I., Dedov, O., Rogovskii, I., Ruchynskyi, M., Pereginets, I., & Titova, L. (2021). Research of technical systems of processes of mixing materials. *Dynamic processes in technological technical systems*. Kharkiv: PC Technology Center. 57-76. <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7.ch4>.

8. Dela Cruz, O. G., Padilla, J. A., Victoria, A. N. (2021). Managing Road Traffic Accidents: A Review on Its Contributing Factors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 822 (1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/822/1/012015>

9. Rogovskii, I., Lyubarets, B. & Borek, K. (2022). Analyticity of non-stationary processes of change in diagnostic parameters of

Ничай І. М.

hydrostatic transmissions of harvesters. Machinery and Energetics, 13(1), 67–76. <https://doi.org/10.31548/machenergy2022.01.067>.

10. Volokha, M., Rogovskii, I., Fryshev, S., Sobczuk, H., Virchenko, G. & Yablonskyi, P. (2023). Modeling of transportation process in a technological complex of beet harvesting machines. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), 10(2), F1-F9, [https://doi.org/10.21272/jes.2023.10\(2\).f1](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(2).f1).

11. Rogovskii, I.L. (2021). Analyticity of complex criteria for evaluation of grain production in agricultural enterprises intensification of engineering management. Machinery and Energetics, 12(4), 129–138. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>

12. Rogovskii, I.L. (2021a). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. Machinery and Energetics, 12(3), 157–166. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.03.157>

13. Casado-Sanz, N., Guirao, B., Attard, M. (2020). Analysis of the Risk Factors Affecting the Severity of Traffic Accidents on Spanish Crosstown Roads: The Driver's Perspective. Sustainability, 12 (6), 2237.

<https://doi.org/10.3390/su12062237>

14. Rogovskii, I.L. (2021b). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery and Energetics, 12(1), 137–146, <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

15. Abu Dabous, S., Ibrahim, F., Feroz, S., Alsayouf, I. (2021). Integration of failure mode, effects, and criticality analysis with multi-criteria decision-making in engineering applications: Part I – Manufacturing industry. Engineering Failure Analysis, 122, 105264. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105264>

16. Rogovskii, I. L. (2021c). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics, 12(2), 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

17. Radu, P. V., Lewandowski, M., Szelag, A. (2020). On-Board and Wayside Energy Storage Devices Applications in Urban Transport Systems—Case Study Analysis for Power Applications. Energies, 13 (8), 2013. <https://doi.org/10.3390/en13082013>

ANALYTICITY OF MARKOV PROCESSES FOR DESCRIPTION OF COEFFICIENT OF TECHNICAL READINESS OF GRAIN HARVESTERS COMBINES

I. M. Nichay

Abstract. *The article presents the results of a study of the influence of operating conditions and modes on the technical condition of grain harvesters. The grain harvester gradually loses its performance during operation. To ensure stable operation of the fleet of agricultural machines, maintain its technical condition and increase operational reliability, technical control of grain harvesters is carried out. The analysis of the technical condition of combine harvesters showed that there remains a high percentage of defective combine harvesters, downtime for all types of repairs and the number of unplanned repairs. One of the main reasons for this condition is the low level of organization and quality of technical control, insufficient mechanization of technological processes. The basic element of the technological preparation of repair production is the development of a technological process that ensures the availability of a complete set of technological documentation at the enterprise for organizing and carrying out technical maintenance and repairs of traction rolling stock. During the development of technological processes of repair, the selection of technological*

Ничай І. М.

operations and means of their technological equipment, normative documents of requirements for tolerances, clearances, forces of landings, pressings, threaded connections, processing quality, assembly accuracy, etc. is carried out. Technical conditions for the development of non-standard technological equipment are determined from the developed technological operations. As a target function, the rational periodicity of maintenance of grain harvesters was taken, namely, the rational time between services. The analysis of the results of known works on mathematical modeling and periodicity of repair and maintenance of complex technical systems based on Markov and semi-Markov processes allowed us to propose complex criteria as criteria for modeling the objective function: the functional of readiness, which is used to estimate the allowable time, and the functional of technical use, which allows determining the value of the optimal time between services of the combine harvester according to the technical parameter at the maximum point.

Keywords: grain harvester, operation, reliability, equipment, technical readiness, technical control

How to Cite: Nichay, I. (2024). Analyticity of markov processes for description of coefficient of technical readiness of grain harvesters combines. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 0(3/109). doi:[http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3\(109\).2024.021](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.021)