

РЕСУРСНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ АГРОТРОНІКИ КОМБАЙНОВОГО ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВОГО ЗБІЖЖЯ

Шатров Р.,

<https://orcid.org/0000-0001-7469-8657>, e-mail: 10bshatrovruslam@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація

Мета дослідження — обґрунтувати готовність машини за умови, що є стан, за якого система агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя може із заданою ймовірністю перейти до будь-якого режиму і який належить виділеній підмножині режимів за наявності визначеного обсягу ресурсів. Практичним результатом буде формування моделі агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя, де спочатку вирішуватиметься завдання з використанням термінології, прийнятої теорії масового обслуговування, та будуть сформовані рекомендації щодо конкретного застосування отриманих рішень.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є узагальнення та аналіз відомих наукових результатів відносно сучасної організації технічної експлуатації зернозбиральних комбайнів на основі класичних методів теоретичної механіки, системного аналізу, інтегрального та диференціального числення, теорії надійності, сучасних методів математичного моделювання та математичної статистики.

Результати дослідження. У статті виділено вісім проблем, пов'язаних із підтримкою готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя. Розглядалася апостеріорна функція розподілу ймовірності досягнення граничного стану агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя. Розглянуті поняття та показники відображають конструкційно-технологічні особливості системи та їхніх елементів як ресурсоносіїв і залежать від пристосованості системи до виконання поновлювальних операцій. Визначено, що на характер зміни технічної готовності системи та її елементів впливають різні фактори, насамперед надійність технічних засобів, експлуатації, інтенсивність використання тощо. Однак характер змін технічної готовності буде визначатися головним чином операціями відновлення працездатності, оскільки їхня реалізація забезпечує досягнення технічного стану агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя за призначеним ресурсом працездатності.

Висновок. У результаті проведених досліджень встановлено, що розглянута загальна формалізована постановка завдання оцінки допустимого рівня технічного стану в процесі управління технічною готовністю агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя обумовлює можливість ефективного використання розробленої ресурсної моделі технічного стану об'єктів та їхніх елементів і підсистем за наявності кількісної оцінки впливу умов і режимів експлуатації на інтенсивність витрат назначеного ресурсу й оцінки фактичних залишкових ресурсів. Використання таких формалізованих методик і моделей опису технічного стану об'єктів зі створенням спеціальних комп'ютерно-орієнтованих програмних засобів дають можливість розробникам та експлуатаційному персоналу проводити більш достовірну оцінку про виконання об'єктом призначених йому функцій і більш ефективно керувати процесом підтримки необхідної технічної готовності об'єкта із його підсистем.

Ключові слова: агротроніка, вимога, зернозбиральний комбайн, модель, ресурс, працездатність.

Вступ. Можливість функціонування у режимі комбайнового збирання зернового збіжжя ρ визначається станом системи $S_r(t_\rho)$ [Partko, 2020], а це означає, що $\rho = \rho(S_r(t_\rho))$ [Romaniuk, 2018], де r – відносна готовність системи.

Якщо задані $\Theta_\rho, t_\rho, \rho(S_r(\Theta_\rho)) > \rho(S_r(t_\rho))$, а також ресурси (стан ресурсів, які використовуються під час керування готовністю [Nazarenko, 2021]) $V(\Theta_\rho)$, тоді виникає два завдання.

1. Перевести систему $S_r(\Theta_\rho)$ у $S_r(t_\rho)$

за час $|\Theta_\rho, t_\rho|$, якщо є необхідні для цього

ресурси $V(S_r(\Theta_\rho); S_r(t_\rho); |\Theta_\rho, t_\rho|) \leq V(\Theta_\rho)$. За таких умов ресурси повинні бути використані оптимально [Kuzmich, 2021], а поняття оптимальності визначається раніше [Rogovskii, 2020].

2. Нехай $V(S_r(\Theta_\rho); S_r(t_\rho); |\Theta_\rho, t_\rho|) > V(\Theta_\rho)$. Тоді необхідно обрати режим [Najafi, 2017], який належить до цієї ж стадії відновлення працездатності, найбільш близький за заданою мірою до режиму, що визначається.

Незалежно від типу завдання у його розв'язку є умова наявності інформації про $S_r(t), t \in (0, T]$ [Rogovskii, 2019]. Окрім того, необхідно мати прогноз розвитку $S_r(t), \Theta; t < T$ [Hrynkiv, 2020] для того, щоб передбачити визначену реакцію на конкретний альтернативний варіант розвитку стану [Voinalovych, 2020] та необхідну інформацію про $V(t)$ [Nazarenko, 2020], прогноз витрат ресурсів для кожного варіанту розвитку $S_r(t)$ [Mozharivskiy, 2022], оскільки у будь-який момент можуть виконуватися [Palamarchuk, 2021] або буде необхідне виконання визначених об'ємів робіт з підтримки готовності [Rogovskii, 2022].

Постановка завдань. Метою дослідження є обґрунтування готовності машини за умови, що існує стан, у якому система агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя може з заданою ймовірністю перейти до будь-якого режиму та який належить виділеній підмножині режимів за наявності визначеної кількості

ресурсів. Практичним результатом буде формування моделі формування агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя, де ця проблема спочатку вирішуватиметься з використанням термінології, прийнятої теорії масового обслуговування, а також будуть даватися рекомендації щодо конкретного використання отриманих рішень.

Методи і матеріали. Методологічною основою роботи є узагальнення та аналіз відомих наукових результатів сучасної організації технічної експлуатації зернозбиральних комбайнів, яка здійснюється з використанням класичних методів теоретичної механіки, системного аналізу, інтегрального й диференціального числення, теорії надійності, сучасних методів математичного моделювання та математичної статистики.

Результати. Приймаючи таке визначення мети досліджень, виділяємо ряд проблем, пов'язаних із підтримкою готовності агротроніки до комбайнового збирання зернового збіжжя:

- визначення достовірності ідентифікації стану $S_r(t)$;
- визначення дійсного стану (ресурсу) $V(t)$;
- визначення досяжності $S_r(t_\rho), S_r(\Theta_\rho)$;
- розрахунок необхідних ресурсів $V(S_r(\Theta_\rho); S_r(t_\rho); |\Theta_\rho, t_\rho|)$;
- конструювання гіпотез про шляхи розвитку $S_r(t), \Theta; t < T$;
- розробка рішень про розподіл і призначення ресурсів;
- розробка технологічного процесу реалізації розв'язків і використання ресурсів;
- керування процесом переведення з $S_r(\Theta_\rho)$ у $S_r(t_\rho)$;
- інформування керівництва про $S_r(t)$.

Готовність агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя є функція часу, стану відновлення працездатності машини та ресурсів. Для кожного режиму функціонування системи характерно притягнення конкретної множини технічних засобів, використання яких забезпечує або вхід у новий (наступний) режим, або

функціонування в поточному (заданому) режимі. Така система технічних засобів утворює цілісну структуру засобів із механічними, енергетичними та інформаційними зв'язками. Тоді готовність агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя визначається обізнаністю про структуру технічних засобів, їхні характеристики тощо, іншими словами, потрібно мати моделі технічних засобів системи і діапазони значень усіх атрибутів. Ця інформація може бути зафіксована у даних про кваліфікацію персоналу у базі знань інформаційного забезпечення систем підтримки й ухвалення рішень.

Отже, технічна готовність агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя забезпечує досягнення мети, для якої створювалася система, тобто для досягнення бажаного ефекту. Зниження рівня готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя зменшує ефективність машини, а у деяких випадках призводить до втрат, які перевищують не тільки вартість засобів підтримки готовності чи самої системи але й вартості об'єкта, де встановлюється така система.

Рівень технічної готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя можна характеризувати залишковим призначенням ресурсом технічних складових об'єкта, які становлять собою установки, агрегати, механізми та інше обладнання, що забезпечує працездатність машини відповідно до призначення. Важливою умовою отримання достовірної оцінки технічної готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя є виявлення залежності інтенсивності витрат ресурсу від умов і режимів експлуатації спеціальною організацією ресурсних випробувань, цілеспрямованого збору й обробки дослідних даних про результати діагностичних операцій.

У цьому випадку загальну формалізовану постановку завдання оцінки та проектування технічної готовності можна здійснити на ресурсній моделі агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя так.

Нехай існує функція зміни технічного стану об'єкта дискретного параметра t , яка характеризується набором, або вектором ознак w , що належать окремому ресурсному простору ознак W . Припустимо, що існує певне правило для реалізації екстраполяції результатів виміру $w_1 \dots w_x$ у моменти $t_1 \dots t_x$, які утворюють множини $T_k = (t_1 \dots t_n)$, $W(T_k) = (w_1 \dots w_x)$.

Позначимо через $w(1/T_k)$ процес, який можна спрогнозувати на відрізок (t_x, t_{x+1}) , отриманий правилом екстраполяції. Тоді за умови існування області Ω_x у просторі, що відповідає працездатним станам об'єкта для всіх $t \in (t_x, t_{x+1})$, за всіх $w(t/T_k) \in \Omega_x$. Технічна система буде також відповідати працездатності об'єкта. Для оцінки впливу умов експлуатації позначимо вектор зовнішніх впливів $g(t)$, а вектор параметрів об'єкта — a .

Будемо вважати, що за оцінки вектора ознак W стає відомим вектор помилок вимірів $n(t)$. Окрім того, нехай існує вектор системи вимірів W та об'єкта b , який забезпечує формування певного вектора технічного стану об'єкта $u(t)$ функцією $w = G(u, n, b)$.

Тоді зміни технічної готовності будуть характеризуватися диференціальним рівнянням: $du/dt = f(u, g, a)$, яке розглядається у просторі $TC-U$. Унаслідок цього існує зона допустимих станів у просторі U , яка відповідає Ω_x . Отже, можна знайти і $U(T_k)$, що відповідає $w(T_k)$, та провести екстраполяцію процесу $u(t)$ на відрізок (t_x, t_{x+1}) . Аналогічно можна стверджувати, що технічна система на відрізок (t_x, t_{x+1}) не досягне граничного стану, якщо $u(t) \in \Omega_x$ за всіх $t \in (t_x, t_{x+1})$.

Апостеріорна ймовірність досягнення об'єктом граничного стану буде дорівнювати $P(t/T_k) = P(u(t)) \in \Omega_x$; $t \in (t_x, t) / w(T_k)$. Оскільки завдання пов'язане з прогнозування агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя, межа повинна відповідати граничним станам.

Апостеріорна функція розподілу ймовірності досягнення граничного стану, яка відповідає фіксованим значенням про-

цесу $U(T_k)$ на множині (T_k) буде дорівнювати

$$P\{(t/u(T_k)) = P(u(t)) \in \Omega_x; t \in (t_k, t) / u(T_k)\}$$

Тоді можна записати:

$$P(t/T_k) = \int_{\Omega_x} P[t/u(T_k)]P[(u(T_k)/w(T_k))]du(T_k), \quad (1)$$

де: x – число моментів часу t_1, \dots, t_x , коли відбувалося вимірювання процесу $w(t)$.

За значення допустимої ймовірності досягнення об'єктом граничного стану $P_{дон}$ індивідуальний або залишковий ресурс $t_{зал}$ буде визначатися нерівністю $P(t_k + t_{зал}) / \Gamma \geq P_{дон}$. Гранично допустимий фактично залишковий ресурс можна знайти з рівності $P(t_k + t_{зал}) / \Gamma = P_{дон}$.

Інформація, необхідна для оцінки технічної готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя, міститься у результатах спостережень $w(T_k)$, за значеннями яких визначаються оцінки вектора стану $\bar{u}(T_k) = (\bar{u}_1, \dots, \bar{u}_x)$, параметрів об'єкту \bar{a} та система вимірів \bar{b} . У цьому випадку ідентифікація технічної системи виконується співвідношенням $P(t/T_k) = P[t/\bar{u}(T_k)]$. Така оцінка є більш грубою порівняно з оцінкою, в якій використовується функція розподілу ймовірностей.

Функція розподілу залишкового ресурсу як показника технічної системи та технічної готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя буде такою: $F_{зал}(t_{зал}/T_k) = 1 - P(t_k + t_{зал}/T_k)$.

Розглянуті поняття та показники відображають конструкційно-технологічні особливості системи та її елементів як ресурсоносіїв і залежать від пристосованості системи до виконання поновлювальних операцій.

На характер зміни технічної готовності системи та її елементів впливають різні фактори, насамперед надійність технічних засобів, експлуатації, інтенсивність використання тощо. Однак характер змін технічної готовності буде визначатися операціями відновлення працездатності, оскільки їхня реалізація забезпечує досягнення технічного стану агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя за

призначеним ресурсом працездатності.

Підкреслимо, що характеристика поняття технічної готовності буде повною в тому випадку, якщо вона буде враховувати не тільки оцінку фактичного стану ресурсу [1], але й витрати [2], пов'язані з відновленням ресурсу працездатності, тобто враховувати показники працездатності [3]. Загалом технічну готовність агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя можна характеризувати залишковим призначеним ресурсом [4], величиною витрат [5] на повному поновленні витрачених раніш ресурсів елементів об'єкта $Q_P(t_n)$ – функції часу експлуатації (напрацювання) t_n або величиною витрат [6] на прогнозований період експлуатації $Q_P(t_n)$ у функції періоду, яка прогнозується t_n [7].

За такого підходу до аналізу змісту поняття технічної готовності буде оцінюватись величиною залишкового ресурсу $t_{зал}$ для запропонованого періоду перебування у стані, який аналізується – t [8, 9]. У цьому випадку кількісним показником технічної готовності можна розглянути ймовірність виробітки залишкового ресурсу $t_{зал}$ за час $t: P(t \leq t_{зал})$ або величину витрат на поновлення витрачених за час t ресурсів елементів і вузла машини для лісотехнічних робіт ТСО: $Q_P(t_n)$ [10].

Обговорення. Оцінка технічної готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя загалом з обліком запропонованого підходу в оцінці технічної готовності елементів системи пов'язана з визначенням сумарної трудомісткості ТО та ремонту $H(\tau)$ за час:

$$H_{то}(\tau) = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n H_{ij}^{TO}, \quad (2)$$

де: $j=1, \dots, N$ – кількість елементів, які підлягають відновленню працездатності за визначений період (τ – рік, протяжність, весь період експлуатації);

$i=1, \dots, N$ – кількість видів відновлення працездатності j -го елемента машини, які виконуються за визначений період;

H_{ij}^{TO} – трудомісткості i -го виду відновлення працездатності j -го елемента машини за визначений період τ люд год).

Аналогічно сумарна трудомісткість відновлення працездатності дорівнює:

$$H_P(\tau) = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^m H_{kj}^P, \quad (2)$$

де: $k = 1, \dots, m$ – кількість видів ремонтного відновлення працездатності системи, що виконуються за означений період τ .

H_{kj}^P – трудомісткості k -го ремонтного відновлення працездатності j -го елемента системи за означений період (люд год).

Звідси випливає:

$$H(\tau) = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n H_{ij}^{TO} + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^m H_{kj}^P. \quad (3)$$

Сумарна трудомісткості відновлення працездатності за означений період експлуатації враховує сумісний вплив властивостей довгостроковості, безвідмовності та ремонтоздатності і достатньо повно відображає ефективність управління технічною готовністю систем та їхніх елементів.

Час і трудомісткість відновлення працездатності системи об'єктивно визначає характер змін технічної готовності її основних елементів. Одним із показників оцінки технічної готовності можуть бути коефіцієнти, що характеризують зміни технічного стану системи залежно від ресурсів основних елементів системи $t_{зал}$ та $t_{назн}$ і часу експлуатації:

$$K_{TG} = \frac{t_{зал}}{t_{назн}}, \quad (4)$$

де: $t_{зал}$ та $t_{назн}$ – відповідно залишковий і призначений ресурс.

Залишковий ресурс $t_{зал} = t_{назн} - t_{\sigma}$, де t_{σ} – витрачений ресурс. Витрачений ресурс можна представити добутком швидкості витрачення ресурсу на фактично відпрацьований час (термін служби) або напрацювання T :

$$K_{TG} = \frac{t_{назн} - t_p}{t_{назн}} = 1 - \frac{V_S T}{t_{назн}}. \quad (5)$$

Якщо K_{TG} дорівнює 0, то момент повного вичерпання об'єктом ресурсу (досягнення граничного стану) буде дорівнювати:

$$t_{pi} = \frac{t_i}{V_{si}}, \quad (6)$$

де: t_{pi} – час до початку j відновлення системи, визначене як прогнозований залишковий термін служби i -го елемента системи до ремонту;

t_i – запас ресурсу i -го елемента;

V_{si} – термін вичерпання ресурсу i -го елемента.

Час початку j -го ремонту слід установлювати за базовими та основними елементами машини для лісотехнічних робіт, які мають на момент часу оцінки найменший ресурс і для яких K_{TG} буде наближено або дорівнюватиме мінімальному значенню залишкового ресурсу [Zubko, 2022].

Виводити систему з експлуатації для відновлення рівня технічної готовності слід при однаковому значенню K_{TG} , оскільки за $K_{TG} < K_{TG_{min}}$ можуть виникнути аварійні ситуації [Viaou, 2016].

Передчасний вивід системи у ремонтне відновлення працездатності знижує показники й функціонування, збільшує витрати на відновлення та підтримку технічної готовності системи.

Висновки. Отже, розглянута загальна формалізована постановка завдання оцінки допустимого рівня технічного стану в процесі управління технічною готовністю агротроніки комбайнового збирання зернового збіжжя обумовлює можливість ефективного використання розробленої ресурсної моделі технічного стану об'єктів та їхніх елементів і підсистем за наявності кількісної оцінки впливу умов і режимів експлуатації на інтенсивність витрат призначеного ресурсу й оцінки фактичних залишкових ресурсів. Використання таких формалізованих методик і моделей опису технічного стану об'єктів зі створенням спеціальних комп'ютерно-орієнтованих програмних засобів дають розробникам та експлуатаційному персоналу змогу проводити більш достовірну оцінку виконан-

ня об'єктом призначених йому функцій і більш ефективно керувати процесом підтримки необхідної технічної готовності об'єктом з його підсистем.

Проведений аналіз різних підходів до оцінки технічної готовності агротроніки комбайнового збирання зернового збижжя, факторів та особливостей, які впливають на цей показник, засвідчує їхню варіантність на різних рівнях – вузли, деталі, підсистеми й відмінності залежно від режимів та умов експлуатації.

Перелік літератури

- Biaou O., Moreira J., Hounhouigan J., Amponsah S. (2016) Effect of threshing drum speed and crop weight on paddy grain quality in axial-flow thresher (ASI). *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*. 3(1). pp. 3716-3721.
- Hrynkiw A., Rogovskii I., Aulin V., Lysenko S., Titova L., Zagurskiy O., Kolosok I. (2020) Development of a system for determining the informativeness of the diagnosing parameters of the cylinder-piston group of the diesel engines in operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3(105). pp. 19-29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206073>.
- 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. pp. 052002. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.
- Mozharivskiy D. M., Titova L. L., Nadtochiy O. V., Dasic P. (2022) Aspects of expert system of engineering management of technical condition of grain harvesters. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. 13(1). pp. 60-66. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2022.01.060>.
- Najafi P., Asoodar M., Marzban A., Hormozi M. (2017) Reliability analysis of agricultural machinery: a case study of sugarcane chopper harvester. *AgricEngInt: CIGR Journal*. March 17(1)1. pp. 158-165.
- Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. (2020) Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 6(7–108). pp. 71-79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.
- Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. (2021) Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4(7(112)). pp. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
- Palamarchuk I., Rogovskii I., Titova L., Omelyanov O. (2021) Experimental evaluation of energy parameters of volumetric vibroseparation of bulk feed from grain. *Engineering for Rural Development*. 20. pp. 1761-1767. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF386>.
- Partko S. A., Sirotenko A. N. (2020) Self-oscillation in agricultural mobile machine units. *Journal Physics*. 1515. pp. 042084.
- Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezoza L., Vyhovskyi A. (2022) Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 21. pp. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
- Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhanak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. (2020) Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 60(1). pp. 45-52. <https://doi.org/10.35633/inmateh-60-05>.
- 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. pp. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.
- Romaniuk W., Polishchuk V., Marczuk A., Titova L., Rogovskii I., Borek K. (2018) Impact of sediment formed in biogas produc-

tion on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. *Agricultural Engineering*. 22(1). pp. 105-125. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0010>.

Voinalovych O., Aniskevych L., Motrich M., Titova L. (2020) Rationale of acceptable risk of using tractors with operational damages of responsible parts. *Engineering for Rural Development*. 19. pp. 784-792.

Zubko V., Sirenko V., Kuzina T., Koszel

M., Shchur T. (2022) Modelling wheat grain flow during sowing based on the model of grain with shifted center of gravity. *Agricultural Engineering*. 26(1). pp. 25-37. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2022-0003>.

UDC 631.4.001

RESOURCE MODEL OF FORMATION OF AGROTRONICS OF COMBINE COLLECTION OF GRAIN

Shatrov R.,

<https://orcid.org/0000-0001-7469-8657>, e-mail: 10bshatrovruslam@gmail.com

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Summary

Purpose of the study. *The purpose of the work is to justify the readiness of the machine under the condition that there is a state from which the agrotronics system of combine harvesting of grain can go to any mode with a given probability, and which belongs to a selected subset of modes in the presence of a certain amount of resources. The practical result will be the formation of a model for the formation of agrotronics for harvester harvesting of grain, which will initially be solved using the terminology adopted by mass service theory, and recommendations will be given for the specific use of the obtained solutions.*

Research methods. *The methodological basis of the work is the generalization and analysis of known scientific results regarding the modern organization of the technical operation of grain harvesters, which is carried out using classical methods of theoretical mechanics, system analysis, integral and differential calculus, reliability theory, modern methods of mathematical modeling and mathematical statistics.*

The results of the study. *The article highlights eight problems associated with maintaining the readiness of agrotronics for combine harvesting of grain. The a posteriori function of the distribution of the probability of reaching the limit state of the agrotronics combine harvesting of grain was considered. The considered concepts and indicators reflect the structural and technological features of the system and their elements as resource carriers and depend on the adaptability of the system to perform renewal operations. It is described that the nature of changes in the technical readiness of the system and its elements is influenced by various factors, primarily, such as reliability of technical means, operation, intensity of use, etc. However, the nature of changes in technical readiness will be determined mainly by operations to restore operational efficiency, as their implementation ensures the achievement of the technical state of agrotronics for harvester harvesting of grain according to the*

assigned operational capability resource.

Conclusions. *As a result of the conducted research, it was found that the considered general formalized statement of the problem of assessing the permissible level of technical condition in the process of managing the technical readiness of agrotechnics for combine harvesting of grain determines the possibility of effective use of the developed resource model of the technical condition of objects and their elements and subsystems in the presence of a quantitative assessment of the influence of conditions and modes of operation on the intensity of expenditure of the designated resource and assessment of the actual remaining resources. The use of such formalized methods and models for describing the technical condition of objects with the creation of special computer-oriented software tools enable developers and operational personnel to make a more reliable assessment of the object's performance of its assigned functions and more effectively manage the process of maintaining the necessary technical readiness of object from its subsystems.*

Key words: *agrotechnics, requirement, grain harvester, model, resource, performance.*