

УДК 631.374

## НАДІЙНІСТЬ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ АГРОДРОНІВ

**М. О. УМАНСЬКИЙ**, аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: umanskiy@gmail.com*

Умови функціонування показують вплив на інтенсивність витрати ресурсу, на технічні та економічні показники агродронів, через зменшення витрат часу та коштів на усунення відмов від простоїв, при скороченні термінів ремонту та мають важливе значення.

Слід визначити значення доремонтного, міжремонтного напрацювань та напрацювання до списання агродронів, критерієм оптимізації яких є мінімальні питомі витрати на їх придбання та експлуатацію. Цільові функції, що визначають оптимальні величини доремонтного та міжремонтного напрацювань, а також напрацювання до списання будуть мати такий вигляд:

$$Y(T_D) = \frac{C_T - S_n + \sum_{i=1}^4 C_i(T_D)}{T_D} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$Y(T_M) = \frac{C_T - S_n + \sum_{i=1}^4 C_i(T_M)}{T_M} \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$Y(T_C) = \frac{C_T - S_n + \sum_{i=1}^4 C_i(T_C)}{T_C} \rightarrow \min, \quad (3)$$

де 1, 2, 3, 4 - відповідно витрати на технічне обслуговування, усунення наслідків від відмови, заміну агрегату та ремонт протягом доремонтного, міжремонтного періодів та періоду до списання, грн.;  $T_D$ ,  $T_M$ ,  $T_C$  - відповідно

доремонтне, міжремонтне напрацювання та напрацювання до списання;  $C_T$  - вартість нового агродрону, грн.;  $S_n$  - залишкова вартість агродрону, грн.

Вихідний технічний стан агродрону на початку ремонтних періодів і періоду до списання представляється як сукупності усереднених ресурсів механізмів, тобто.

$$\overline{T_j^D}, \overline{T_j^M}, \overline{T_j^C} \quad (4)$$

де  $\overline{T_j^D}$ ,  $\overline{T_j^M}$ ,  $\overline{T_j^C}$  - відповідно середні значення доремонтних, міжремонтних ресурсів та ресурсу до списання  $j$  - х агрегатів агродрону, год.

Витрати на технічне обслуговування пропорційні з їх планового характеру:

$$C_1(T_{DMC}) = C_{TO} \cdot T_{DMC}, \quad (5)$$

де  $C_{TO}$  – питомі витрати на ТО, грн./м.год.

Облік витрат на усунення відмов та проведення ремонтів здійснюється одночасно у вигляді безперервної функції у проміжку між проведенням ремонтів. Характер цієї функції переважно залежить від рівня експлуатації агродрону. Щоразу під час заміни складової частини агродрону у процесі його ремонту, він частково оновлюється, і це виявляється у деформації кривої напрацювання на відмову, отже, і функції витрат, що знижує її встановлений темпи зростання.

При погіршенні рівня експлуатації, і навіть зміні частки залучення агродронів до виконання енергоємних процесів призводить до збільшення витрати ресурсу, виходу вузлів і агрегатів з ладу, що зумовлює збільшення витрат на усунення відмов. У такому разі витрати на проведення ремонту, втрат від простою та усунення відмов будуть виражатися такою формулою:

$$C_2(T_{DMC}) = m(T_{DMC}) \cdot [K_{DM}^{np} \cdot C_2^0(T_{DMC}) + K_{np}^{np} \cdot Z_v \cdot t(T_{DMC})], \quad (6)$$

де  $m(T_{DMC})$  - кількість відмов у ремонтних періодах;  $C_2^0(T_{DMC})$  - витрати на усунення наслідків відмов у ремонтних періодах, грн.;  $Z_v$  - втрати продукції через годинний простій агродрону внаслідок відмови, грн.;  $t(T_{DMC})$  - тривалість простою через відмову в ремонтні періоди, грн.;  $K_{DM}^{np}$  - коефіцієнт, що враховує зниження витрат від відмов у доремонтний та міжремонтний періоди зі збільшенням рівня експлуатації агродронів;  $K_{np}^{np}$  - коефіцієнт враховує зниження витрати від простоїв зі збільшенням рівня експлуатації агродронів.

При визначенні витрат від простоїв робиться припущення: всі сільськогосподарські роботи виконуються у нормативні терміни та заданому обсязі. У зв'язку з цим можна зробити висновок, що при відмові того чи іншого агродрону він замінюється резервним. Зміст резервного парку можна вважати витратами простоїв. Крім того, у витрати від простоїв входить виплата оператору агродрону в період тривалого простою агродрону. Витрати від простоїв за доремонтний, міжремонтний період до списання визначаються з наступного виразу:

$$C_{np2}(T_{DMC}) = C_M \cdot (A_{від} + C_x + E_n) \cdot Z + 0,5 \cdot \gamma \cdot g \cdot T_{Г}, \quad (7)$$

де  $A_{\text{від}}$  – амортизаційні відрахування;  $C_x$  – відрахування для зберігання агродрону;  $Z$  – кількість несправних агродронів, які припадають на один справний, через відмов;  $E_n$  – коефіцієнт сільськогосподарського ефекту;  $\gamma$  – частка оплачуваного простою;  $g$  – годинна тарифна ставка оператора, грн./год.;  $T_\Gamma$  – річна зайнятість оператора, год.

Кількість відмов агродрона окреслюється сума кількостей відмов у доремонтний, міжремонтний періоди і до списання, тобто. за період  $T_{\text{дмс}}$ :

$$m(T_{\text{дмс}}) = m(T_{\text{д}}) + m(T_{\text{м}}) + m(T_{\text{с}}), \quad (8)$$

Кількість відмов агродрону у доремонтному періоді визначається за формулою:

$$m(T_{\text{д}}) = \sum_{j=1}^J \frac{T_{\text{д}}}{T_{\text{од}j}} + \frac{T_{\text{д}} \cdot (T_{\text{д}} - T_{j\text{д}})}{T_{\text{м}j} \cdot T_{\text{од}j}}, \quad (9)$$

де  $T_{\text{од}j}$  – напрацювання на відмову  $j$ -го агрегату у доремонтному періоді, м.год.;  $T_{\text{м}j}$  – ресурс  $j$ -го обмінного агрегату в міжремонтному періоді, м.год.;  $T_{j\text{д}}$  – ресурс  $j$ -го обмінного агрегату в доремонтному періоді, м.год.

Перша частина формули показує кількість відмов, що усуваються ремонтним способом  $j$ -го агрегату, друга частина формули показує кількість відмов, що усуваються способом заміни  $j$ -го агрегату. Після заміни  $j$ -го агрегату двигуна його міжремонтний стан дорівнює  $T_j^M$ .

Число можливих відмов агродрону у міжремонтному періоді визначається з виразу:

$$m(T_{\text{м}}) = \sum_{j=1}^J \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{ом}j}} + \frac{T_{\text{м}} \cdot (T_{\text{м}} - T_{j\text{м}})}{T_{\text{м}j} \cdot T_{\text{ом}j}}, \quad (10)$$

де  $T_{\text{ом}j}$  – напрацювання на відмову  $j$ -го агрегату у міжремонтному періоді, м.год.

Кількість відмов тракторів у період до списання визначається з виразу:

$$m(T_{\text{с}}) = \sum_{j=1}^J \frac{T_{\text{с}}}{T_{\text{ос}j}} + \frac{T_{\text{с}} \cdot (T_{\text{с}} - T_{j\text{с}})}{T_{\text{м}j} \cdot T_{\text{ос}j}}, \quad (11)$$

де  $T_{\text{ос}j}$  – напрацювання на відмову  $j$ -го агрегату в період до списання, м.год.

З урахуванням залежностей (7), (8), (9) формула (6) для оцінки кількості відмов трактора матиме вигляд:

$$m(T_{\text{дмс}}) = \sum_{j=1}^J \frac{T_{\text{д}}}{T_{\text{од}j}} + \frac{T_{\text{д}} \cdot (T_{\text{д}} - T_{j\text{д}})}{T_{\text{м}j} \cdot T_{\text{од}j}} + \sum_{j=1}^J \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{ом}j}} + \frac{T_{\text{м}} \cdot (T_{\text{м}} - T_{j\text{м}})}{T_{\text{м}j} \cdot T_{\text{ом}j}} + \sum_{j=1}^J \frac{T_{\text{с}}}{T_{\text{ос}j}} + \frac{T_{\text{с}} \cdot (T_{\text{с}} - T_{j\text{с}})}{T_{\text{м}j} \cdot T_{\text{ос}j}}, \quad (12)$$

Можна припустити, що міжремонтне напрацювання агродрону залежить тією чи іншою мірою від його технічного стану. Вихідний технічний стан агродрону на початку доремонтного та міжремонтного періодів, періоду до списання характеризується системою показників, які є величинами технічних ресурсів (доремонтного та післяремонтного) його складальних одиниць.

На значення величини технічного ресурсу складальних одиниць агродрона великий вплив мають їх конструктивне виконання, технологічні властивості та виробничі умови, що у свою чергу характеризується природно-кліматичними факторами, диференціацією сільськогосподарських робіт по

агродронах, видами та якістю їх ремонту та обслуговування. Нами постійно уточнюється інформацію щодо технічних ресурсів механізмів агродронів, які працюють у сільському господарстві. Доцільно за отриманими даними здійснювати розрахунок та регулювання значень міжремонтного напрацювання.

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



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
118-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***20-21 лютого 2025 року  
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF  
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL  
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



## ***PROCEEDINGS***

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated  
to the 118th anniversary of the birth of  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Vice President of the UAAS  
KRAMAROV  
Volodymyr Savovych  
(1906-1987)*

**«KRAMAROV'S READINGS»**

*February 20-21, 2025  
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;  
**Тонха О. Л.** – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Ружило З. В.** – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Мельник В. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**  
**Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;  
**Адамчук В. В.** – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;  
**Альмейда А.** – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);  
**Аулін В. В.** – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;  
**Арак М.** – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);  
**Банний О. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;  
**Бєлоєв Х.** – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);  
**Борак К. В.** – заступник директора ЖАТФК;  
**Братішко В. В.** – декан МТФ НУБіП України;  
**Будяй О. В.** – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;  
**Булгаков В. М.** – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;  
**Василенко М. О.** – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;  
**Васильковський О. М.** – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;  
**Войтюк Д. Г.** – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;  
**Герук С. М.** – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;  
**Джеонг Ілля** – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);  
**Домейка Р.** – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);  
**Захарчук О. В.** – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;  
**Іванишин В. В.** – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;  
**Ковалишин С. Й.** – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;  
**Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

**Тін Ю Чен** - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

**Фіндура П.** – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

**Шарибура А. О.** – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

**Яковенко І. А.** – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.