

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-369-14>

УДК 629.076:623.426

КОВТУН АНАТОЛІЙ

Національна академія Національної гвардії України

<https://orcid.org/0000-0002-8427-1005>

e-mail: KAV-60@ukr.net

ТАБУНЕНКО ВОЛОДИМИР

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

<https://orcid.org/0000-0003-1347-5390>

e-mail: tabunenko55@ukr.net

ГУНБІН КОСТЯНТИН

Національна академія Національної гвардії України

<https://orcid.org/0000-0002-8414-2916>

e-mail: hunbinkonstantin65@gmail.com

НЕСТЕРЕНКО СЕРГІЙ

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

<https://orcid.org/0000-0003-3119-9887>

e-mail: nesterenko.geo@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

У статті досліджено проблему оцінювання працездатності військової автомобільної техніки як одного з визначальних чинників забезпечення її ефективного застосування за призначенням. Проаналізовано основні показники надійності, що характеризують технічний стан зразків автомобільної техніки, зокрема ймовірність безвідмовної роботи, середній наробіток до відмови, технічний ресурс і термін збереження експлуатаційних властивостей. Встановлено, що коефіцієнт технічної готовності, який традиційно використовується для оцінювання технічного стану машин, не забезпечує об'єктивного визначення їх фактичної працездатності та готовності до виконання завдань за призначенням. Метою дослідження є розроблення залежності для оцінювання показника працездатності військової автомобільної техніки з урахуванням умов її експлуатації та впливу основних експлуатаційних факторів. Для досягнення поставленої мети використано методи аналізу показників надійності, узагальнення експлуатаційних даних і математичного моделювання процесів зміни технічного стану автомобільної техніки. У результаті дослідження запропоновано комплексний показник оцінювання працездатності військової автомобільної техніки, який дає змогу визначати її поточний технічний стан під час експлуатації відповідно до річного плану використання та ремонту машин, оцінювати вплив окремих показників на рівень працездатності та обґрунтовувати заходи щодо підтримання необхідного рівня технічної готовності. Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленні комплексного показника оцінювання працездатності військової автомобільної техніки, що забезпечує більш об'єктивне визначення її технічного стану порівняно з використанням лише коефіцієнта технічної готовності. Практичне значення результатів дослідження полягає у можливості підвищення ефективності обліку експлуатації автомобільної техніки, удосконалення планування її використання і технічного обслуговування, а також своєчасного аналізу та оцінювання результатів експлуатації з метою забезпечення необхідного рівня готовності військової автомобільної техніки до виконання завдань за призначенням. Перспективи подальших досліджень доцільно спрямувати на обґрунтування сукупності критеріїв до запропонованого комплексу показників та забезпечення високого рівня безвідмовної роботи машин на етапі розробки вимог до майбутніх зразків військової автомобільної техніки.

Ключові слова: надійність, військова автомобільна техніка, технічний стан машин, комплексний показник оцінювання працездатності.

KOVTURN ANATOLY

National Academy of the National Guard of Ukraine

TABUNENKO VOLODYMYR,

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

GUNBIN KOSTYANTYN

National Academy of the National Guard of Ukraine

NESTERENKO SERHIY

National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"

DETERMINATION OF THE OPERATIONAL CAPABILITY INDICATOR FOR MILITARY AUTOMOTIVE EQUIPMENT DURING INTENDED USE

The article examines the concept of reliability regarding weaponry and military equipment, as well as the indicators characterizing the ability to maintain operational capability over a specific period of use or time; these indicators—which are probabilistic in nature—include failure-free operation, mean operating time between failures, technical (mean) service life, and the duration of maintaining specified characteristics. Reliability is also influenced by the manufacturing quality of machine components and parts, assembly and product inspection, as well as the standard of technological processes. During the operation of automotive equipment, reliability is affected by the conditions and intensity of combat use, the quality of maintenance and repair, adherence to established operating rules, and the timely performance of diagnostics and repairs. The operational reliability of automotive equipment is determined by the technical condition of the vehicles. The coefficient of technical readiness is used as a reliability indicator; however, it does not allow for an assessment of the actual technical condition of vehicles in military units or their readiness for their intended use. Assessing the current technical condition of vehicles and ensuring the required level of that condition can be achieved by investigating the process of change in the probability of failure-free operation of military vehicles and identifying ways to maintain a specified level of technical readiness. Therefore, the aim of this work is to derive a relationship for evaluating the operational capability of military automotive equipment during the performance of assigned missions. A failure is a random event involving the loss of a vehicle's operational capability. The primary failures of military vehicles at the front include: 1. Undercarriage and suspension failures – approx. 40% of cases. (Manifestations: leaf spring breakage, shock absorber

failure, deformation of torque rods, damage to wheel reduction gears. Causes: transporting loads exceeding standard limits—such as ammunition—combined with driving over rough terrain.) 2. Fuel system and engine failures – approx. 25% of cases. (Manifestations: clogged injectors, high-pressure fuel pump failure, gasket burnout, engine seizure due to oil starvation. Causes: use of fuel containing dirt or condensate.) 3. Failures of vehicle electronics and electrical equipment: ~20% of cases. (Manifestations: engine lockout, systems switching to "limp mode," sensor failure. Causes: modern trucks feature complex electronic circuit boards that are sensitive to moisture, dirt, and constant vibration). 4. Failures of braking and pneumatic systems: ~15% of cases. (Manifestations: cracks in hoses/lines, persistent fluid leaks, rapid wear due to harsh environmental conditions (dirt, sand, water). Causes: natural aging of metal and rubber components.) The availability of data on automotive equipment failures makes it possible to identify the causes of such failures, develop specific measures to eliminate them, determine schedules for preventive maintenance, and propose methods for modeling the technical condition of the vehicles. The paper proposes a composite indicator for determining the operational readiness of military automotive equipment, enabling an assessment of the current readiness level (based on vehicle usage in accordance with the military unit's annual operation and maintenance plan). This indicator makes it possible to determine the impact of specific factors on vehicle readiness and to outline measures for ensuring the required level of readiness for the automotive equipment of military units and formations during the execution of assigned missions. The practical value of the obtained results lies in the fact that knowledge of the actual operational status of a military unit's automotive equipment enables improved record-keeping and operational planning, as well as the timely analysis and assessment of the results of its use.

Keywords: reliability of military equipment, technical condition of vehicles, comprehensive indicator for assessing operational capability.

Стаття надійшла до редакції / Received 22.08.2026

Прийнята до друку / Accepted 24.09.2026

Опубліковано / Published 15.10.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Ковтун Анатолій, Табуненко Володимир, Гунбін Костянтин, Нестеренко Сергій

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Бойова готовність зразків озброєння і військової техніки Сил Оборони України, в тому числі військової автомобільної техніки (ВАТ), характеризується відповідними значеннями показників їх надійності [1-5]. Надійність озброєння і військової техніки – здатність зразків (комплексів) озброєння і військової техніки або їх складових частин виконувати задані функції, зберігаючи у часі встановлені експлуатаційні показники у визначених межах у відповідних режимах і умовах їх використання (бойове застосування, технічне обслуговування, ремонт, транспортування, зберігання) [4,6].

Надійність є комплексною властивістю ВАТ і оцінюється декількома кількісними параметрами, котрі характеризують здатність збереження працездатності протягом деякого напруження або часу.

Показники надійності, як правило, носять імовірнісний характер, при цьому найбільш поширеними з них є: ймовірність безвідмовної роботи, середній наробіток на відмову, технічний (середній) ресурс і термін зберігання встановлених характеристик.

Складність конструкції ВАТ зазвичай знижує їх надійність. При виробництві ВАТ на її надійність великий вплив робить рівень застосовуваних технологічних процесів, стабільність виготовлення вузлів і деталей, якість збірки і контролю продукції.

В процесі експлуатації ВАТ на підтримку надійності впливають умови і інтенсивність бойового застосування, якість профілактичних та інших робіт з технічного обслуговування і ремонту, дотримання встановлених правил експлуатації, вмілье використання діагностичних засобів і та ін. Недостатня надійність призводить до зниження ефективності застосування ВАТ, зростанню обсягу ремонту та обслуговування, збільшення витрат на запасні частини, витратні матеріали, потреба в додатковому технічному персоналі і засобах ремонту.

У початковий період експлуатації ВАТ рівень надійності зазвичай буває недостатнім, супроводжується появою ряду несправностей і відмов. У міру накопичення досвіду експлуатації і бойового застосування ВАТ ці недоліки усуваються, і рівень надійності зростає. При тривалій експлуатації ВАТ в результаті старіння, зносу, втоми матеріалу і інших подібних чинників число відмов збільшується, і надійність ВАТ буде знижуватися, якщо не вжити ефективних профілактичних заходів (своєчасна заміна ненадійних елементів конструкції, ретельний контроль, регулювання і юстирування апаратури).

Надійність ВАТ визначає технічний стан машин. Технічний стан машини об'єднує її експлуатаційні властивості та їх фактичні показники у певний момент часу, які визначають здатність машини виконувати свої робочі функції. У зв'язку з різким підвищенням складності автомобільної техніки, необхідне ретельне наукове обґрунтування військово-технічних рішень при розробці, випробуваннях, виробництві й експлуатації військових автомобілів. При цьому необхідно оцінити реальний технічний стан машин та спрогнозувати їх необхідний технічний стан при виконанні завдань за призначенням [6].

У Збройних формуваннях в якості показника надійності ВАТ використовується коефіцієнт технічної готовності машин, який не дає можливості оцінити реальний технічний стан машин військових частин і їх готовність до використання за призначенням.

Вирішити задачу оцінки існуючого і забезпечення необхідного рівня технічного стану ВАТ, можна шляхом дослідження процесу зміни ймовірності безвідмовної роботи військових автомобілів і визначення шляхів підтримання заданого рівня їх технічної готовності. Однак, існуючі показники оцінки рівня технічного стану ВАТ не дають можливості оцінити технічний стан існуючих машин і визначити необхідний рівень їх готовності до використання за призначенням [6,7].

Аналіз досліджень та публікацій

Науковою основою дослідження рівня технічного стану існуючих і перспективних військових автомобілів та рівня їх технічної готовності до виконання перевезень є: теорія технічної експлуатації автомобільної техніки, теорія ефективності бойового застосування військової автомобільної техніки, теорія

надійності автомобільної техніки, теорія ймовірностей. Залежності, що використовуються при визначенні рівня надійності зразків озброєння та військової техніки, наведені в роботах [8-12]. Вирази для визначення показників живучості, надійності та ресурсу сучасних автомобілів і бойових машин наведені в роботах [13-18]. Аналіз загальних тенденцій розвитку автомобільної техніки Збройних Сил України проведений у роботі [19].

Але у відомих роботах не наведені дослідження процесу зміни рівня працездатності військової автомобільної техніки.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є: дослідження залежності для оцінки показника працездатності військової автомобільної техніки при виконанні завдань за призначенням.

Виклад основного матеріалу

Однією з аксіом теорії надійності технічних систем є можливість появи у машин в процесі експлуатації, відмов. Відмова являє собою випадкову подію, пов'язану з порушенням працездатного стану машини [6,7].

Автомобілі є складними, багато вузловими технічними системами. Тому при їх експлуатації виникають різні відмови. Основними відмовами військових автомобілів на фронті є [20]:

1. Відмови ходової частини та підвіски ~ 40% випадків. (Прояви: поломка ресорних листів, вихід з ладу амортизаторів, деформація реактивних штанг, пошкодження колісних редукторів. Причини: перевезення вантажів із перевищенням норми (боєприпаси та інші) у поєднанні з їздою пересіченою місцевістю).

2. Відмови паливної системи та двигуна ~25% випадків. (Прояви: забивання форсунок, вихід з ладу паливних насосів високого тиску, прогар прокладок, заклинювання двигунів через масляне голодування. Причини: використання пального з домішками бруду або конденсату).

3. Відмови електроніки та електрообладнання машин ~20% випадків. (Прояви: блокування двигуна, перехід систем у «аварійний режим», відмова датчиків. Причини: сучасні вантажівки мають складні електронні плати, які чутливі до сирості, бруду та постійної вібрації).

4. Відмови гальмівної та пневматичної систем ~15% випадків. (Прояви: тріщини в патрубках, постійні протікання робочих рідин, швидкий знос в умовах агресивного середовища (грязь, пісок, вода). Причини: природне старіння металу та гумотехнічних виробів).

Наявність даних про відмови ВАТ дозволяє визначити причини їх появи, розробити конкретні заходи по їх усуненню, визначити терміни проведення профілактичних робіт, запропонувати методики моделювання технічного стану машин (Рис.1).



Рис. 1. Евакуація і ремонт військової автомобільної техніки на фронті

Фото з відкритих джерел

Технічний стан військової техніки – це комплексна оцінка її працездатності (боєздатності, придатності до використання), що визначається шляхом контролю параметрів під час експлуатації, обслуговування та ремонту, оформляється актами комісій і залежить від стану ключових вузлів (двигунів, агрегатів), рівня зносу, комплектності та наявності документації. Для підтримки технічного стану застосовують автоматизовані засоби контролю, а для ремонту чи списання складають детальні акти, що фіксують дефекти, причини пошкоджень та потрібні роботи [21-26]. Існують наступні стани машин [21,24,25]:

1. Працездатний стан – стан зразка ВАТ, при якому значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідають вимогам нормативно-технічної та конструкторської

документації. Працездатність не враховує вимоги, які не впливають на експлуатаційні показники, наприклад, дефекти фарбування та т. і.

2. Непрацездатний стан – стан зразка ВАТ, при якому значення хоча б одного з параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, не відповідають вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації.

3. Справний стан – стан зразка ВАТ, при якому вона відповідає всім вимогам нормативно-технічної та конструкторської документації. Справний і працездатний стани не тотожні. Справний стан включає в себе працездатний стан. Справна машина обов'язково працездатна. Працездатна машина може бути несправною.

4. Несправний стан – стан зразка ВАТ, при якому вона не відповідає хоча б одній вимозі нормативно-технічної документації. В несправному стані машина може бути працездатною, якщо невідповідність вимогам технічної документації не відноситься до функціональних параметрів, які визначають експлуатаційні показники машини та її працездатність, наприклад, незначні пошкодження або деформація кузова, дефекти фарбування, поломка одного із листів ресори, перегорання електролампочки і т. ін. Машини із несправними складовими частинами, стан яких не відповідає вимогам безпеки (лампочки сигналізації, розбите лобове скло і т.п.) або спричиняє підвищене спрацьовування деталей, не повинні продовжувати роботу або випускатись на лінію. Інші несправності можуть бути усунуті після завершення роботи в межах змінного або добового завдання. Працездатний стан машини забезпечується технічною службою військової частини, яка несе відповідальність за вчасне й якісне виконання заходів технічного обслуговування та ремонту з додержанням установлених нормативів, а також ефективну організацію праці ремонтно-обслуговуючого персоналу.

Необхідність підтримання високого рівня працездатності ВАТ витікає з тих обставин, що військові машини є технікою, яка знаходиться в постійній бойовій готовності. Часте проведення робіт з відновлення працездатності ВАТ, що знаходяться на бойовому чергуванні, призводить до суттєвого зниження бойової готовності угруповання військ.

Рівень працездатності зразків ВАТ значно впливає і на інші показники процесу їх експлуатації. Підвищення рівня працездатності зразків ВАТ знижує працевтрати і чисельність особового складу підрозділів підтримки бойової готовності машин, зменшує потрібну кількість запасних частин.

В той же час підвищення рівня працездатності зразків ВАТ збільшує терміни створення нових машин, які залежать в основному від обсягів випробувань їх систем і елементів, що потрібні для підтвердження заданого рівня працездатності.

Показники працездатності зразків ВАТ мають ймовірнісний характер. Це викликано причинами, які умовно можна поділити на дві групи. До першої групи відносяться причини, що обумовлені нестабільністю властивостей елементів і систем складових зразків ВАТ із-за неоднорідності вихідних матеріалів, нестабільністю технологічних процесів їх виготовлення і т.інш. До другої групи відносяться причини, що викликані випадковим характером умов їх експлуатації, зокрема, бойового застосування.

У зв'язку зі складністю процесів застосування ВАТ, які приводять до відмов елементів, дуже важко їх імітувати в штучних умовах з високою достовірністю та в необхідних обсягах. Тому основним методом отримання вихідної інформації про відмови ВАТ та їх елементів є випробування в умовах експлуатації з використанням системи збору і обробки інформації про її працездатність [6].

Інформація про надійність повинна бути повною (повні відомості про об'єкт випробувань та умови випробувань), достовірною (мати об'єктивні, документальні, кваліфіковані данні), дискретною (мати повідомлення по окремим признакам), своєчасною, неперервною (безперервно оновлюватись у зв'язку з удосконаленням конструкції).

З урахуванням того факту, що умови застосування ВАТ за призначенням, носять випадковий характер і мають ймовірнісні характеристики дорожніх умов, швидкостей і режиму руху, протидії противника та інш., пропонується оцінювати рівень працездатності ВАТ комплексним показником – коефіцієнтом визначення працездатності зразків ВАТ, який визначається наступним чином:

$$K_{\text{Лр}}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t), \quad (1)$$

де $P_1(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи зразків ВАТ при виникненні відмов, що очікуються на етапі використання за призначенням (на етапі очікування використання за призначенням);

$P_2(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи зразків ВАТ при виникненні відмов, що не очікуються на етапі використання за призначенням;

$P_3(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи основних агрегатів зразків ВАТ до капітального ремонту (списання).

1. Ймовірність безвідмовної роботи зразків ВАТ при виникненні відмов, що очікуються на етапі використання за призначенням ($P_1(t)$).

Ймовірність безвідмовної роботи зразків ВАТ при виникненні відмов, що очікуються можна обчислити за формулою [6,12]:

$$P_1(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) \cdot dt}, \quad (2)$$

де $\lambda(t)$ - інтенсивність відмов, 1/год.

$$\lambda(t) = \frac{1}{n(t)} \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}, \quad (3)$$

де Δm - число відмов за одиницю часу, 1/год;

$n(t)$ - число не відмовивших до даного моменту часу складових частин, 1/год;

Δt - інтервал часу, год.

Для періоду нормальної експлуатації справедливий експоненціальний закон надійності:

$$P_1(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = e^{-\lambda t}. \quad (4)$$

2. Ймовірність безвідмовної роботи зразків ВАТ при виникненні відмов, що не очікуються на етапі використання за призначенням ($P_2(t)$).

Основними вражаючими факторами військових автомобілів під час ведення бойових дій є [20]:

FPV- дрони (50-60)% уражень. (Характер пошкоджень: пробиття кабіни та кузова, займання паливних баків, детонація вантажу, виведення з ладу двигуна. Особливості: дрони мають високу точність і б'ють у найуразливіші зони).

Артилерійські снаряди та касетні боєприпаси (25-30) % уражень. (Характер пошкоджень: множинні осколкові пробиття обшивки, знищення шин, перебиті гальмівні шланги та електропроводка, розбите скло, посічені радіатори. Особливості: повністю знерухомлюють транспорт. Автомобіль без тиску в гальмівній системі чи з витеклим антифризом стає нерухомою мішенню).

Міни (10-15) % уражень. (Характер пошкоджень: руйнування мостів, колісних дисків, деформація рами, контузія або загибель екіпажу від мінно-вибухової хвилі. Особливості: загрозу становлять системи дистанційного мінування).

З урахуванням того факту, що умови використання зразків ВАТ, зокрема військових машин, носять випадковий характер, пропонується оцінювати захищеність машин показником: РНВ – ймовірність не враження машини при застосуванні противником озброєння.

Ймовірність не враження машини при застосуванні противником визначеного вражаючого засобу РНВ залежить від: готовності екіпажу до виконання поставленого завдання, скритності пересування; часу знаходження під вогнем противника та т.інш.:

$$P_{HB} = P_2(t) = 1 - P_{yp}, \quad (5)$$

Ймовірність ураження P_{yp} машини з урахуванням часу її знаходження під вогнем противника і моменту її виявлення можна визначити за допомогою виразу [27]:

$$P_{yp} = 1 - \frac{1}{p \cdot \lambda_1 \cdot t_1} [1 - e^{-p \cdot \lambda_1 \cdot t_1}], \quad (6)$$

де

λ_1 – число пострілів по цілі за час $t_1 = t^* - T$, с;

t^* – час знаходження машини в зоні обстрілу, с;

T – момент часу виявлення машини, с;

p – ймовірність влучання в машину.

Наприклад, при:

– ймовірності влучання в машину: $p = 0,8$;

числі пострілів по цілі за час $t_1 = t^* - T$: $\lambda = 1$;

часу знаходження машини в зоні обстрілу: $t^* = 100$ с;

моменту часу виявлення машини: $T = 90$ с.

$$P_{yp} = 1 - \frac{1}{0,8 \cdot 1 \cdot 10} \cdot [1 - e^{-0,8 \cdot 1 \cdot 10}] = 1 - 0,125 = 0,875.$$

$$P_{HB} = 1 - P_{yp} = 1 - 0,875 = 0,125.$$

3. Ймовірність безвідмовної роботи основних агрегатів зразків ВАТ до капітального ремонту (списання) ($P_3(t)$). В основі властивості «довговічність», як і властивості «безвідмовність», лежить властивість бойової машини зберігати працездатність. Різниця полягає в тому, що безвідмовність пов'язана з постійним збереженням працездатності, а довговічність – із збереженням працездатності до граничного стану з необхідними перервами.

Довговічність може характеризуватися, зокрема, наступними показниками:

середній ресурс до капітального ремонту (списання);

середній строк служби до капітального ремонту (списання).

$$P_3(t) = e^{-\frac{t}{T_{KP}}}, \quad (7)$$

де T_{KP} - середній термін служби до капітального ремонту, год.;

t – час використання машини, год.

Таким чином, коефіцієнтом визначення працездатності зразків ВАТ визначається наступним чином:

$$K_{\Pi p}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) = e^{-\lambda t} \cdot [1 - \frac{1}{p \cdot \lambda_1 \cdot t_1} \cdot (1 - e^{-p \cdot \lambda_1 \cdot t_1})] \cdot e^{-\frac{t}{T_{KP}}}. \quad (8)$$

Визначимо рівень працездатності автомобіля КрАЗ (коефіцієнт визначення працездатності) з моменту введення в експлуатацію до капітального ремонту при умові:

$$P_2(t) = 1.$$

Вихідні дані [28]:

- середній термін служби до капітального ремонту $TKP=10000$ год.;
- середній час роботи машини до відмови $T_0=6000$ год.;
- гарантійний час роботи машини $T_{Гар.}=1200$ год.

Результати розрахунку, проведеного за допомогою виразів (1,4,7,8), наведений на рис.2.

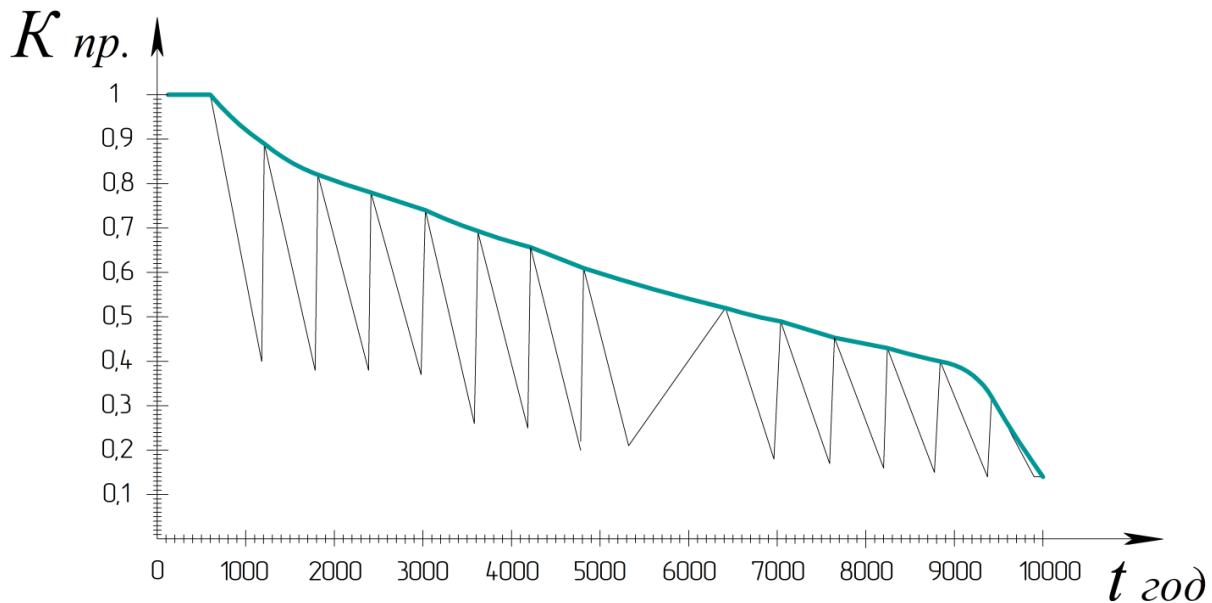


Рис. 2. – Графік залежності $K_{пр}(t)$ для автомобіля КраЗ-31 від початку експлуатації до капітального ремонту
Авторський рисунок.

Аналіз графіку залежності $K_{пр}(t)$ автомобіля від початку експлуатації до капітального ремонту дозволяє визначити рівень працездатності машини в залежності від терміну використання. На графіку показано зменшення коефіцієнта визначення працездатності зразків машин, при виникненні відмов, що очікуються на етапі використання за призначенням (на етапі очікування використання за призначенням) і технічні впливи, після проведення яких значення коефіцієнта визначення працездатності приводиться у відповідність до величини, що підтримується у процесі експлуатації.

З урахуванням виразів (5,6) в довільний момент часу $t_i = 3600$ год. при, наприклад,

$P_{HB} = P_2(t_i) = 0,125$ величина коефіцієнта визначення працездатності машини, що очікується:

$$K_{пр}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) = e^{-\lambda \cdot t} \cdot \left[1 - \frac{1}{p \cdot \lambda_1 \cdot t_1} \cdot (1 - e^{-p \cdot \lambda_1 \cdot t_1}) \right] \cdot e^{-\frac{t}{TKP}} = 0,69 \cdot 0,125 \approx 0,09.$$

Таким чином, за допомогою залежностей (1) – (8) можна визначити коефіцієнт працездатності зразків ВАТ КПр. на етапі експлуатації та визначити напрями підвищення підтримання працездатності військової автомобільної техніки при виконанні перевезень.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розробок у даному напрямі

1. Отриманий комплексний показник визначення працездатності зразків ВАТ дозволяє оцінити поточний рівень працездатності автомобільної техніки (при використанні автомобільної техніки згідно з річним планом експлуатації та ремонту машин військової частини), визначити вплив на працездатність машин окремих показників та намітити шляхи забезпечення заданого рівня працездатності автомобільної техніки військових частин та з'єднань при виконанні завдань за призначенням.

2. Практична цінність отриманих результатів заключається у тому, що знання реального рівня працездатності автомобільної техніки військової частини дозволяють покращити облік роботи автомобільної техніки та планування роботи машин, проводити аналіз і оцінювання результатів їх використання.

3. Перспективи подальших досліджень доцільно спрямувати на обґрунтування сукупності критеріїв до запропонованого комплексу показників та забезпечення високого рівня безвідмовної роботи машин на етапі розробки вимог до сучасних зразків ВАТ.

Література

1. Ляшенко В.А., Перелигін Р.В. Аналіз особливостей та недоліків переміщення і перевезення (транспортування) угруповань військ (сил) в операціях армій країн-членів НАТО та в збройних силах України. Збірник наукових праць ДНДІ ВСОБТ. 2024. Вип. 3(21). С. 84-89. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.21.2024.10>
2. Тимошенко Р.І. Оновлення парку озброєння та військової техніки – шлях до боєздатності Збройних Сил України/ Р. І. Тимошенко //Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2016. – №4. – С. 6–11.
3. Чепков І.Б. Загальні тенденції розвитку озброєння та військової техніки/ І. Б. Чепков, П. І. Нор //Озброєння та військова техніка. – 2014. – №1. – С. 4–13.

4. Головня С.Б. Розробка рекомендацій щодо покращення процесу оцінювання рівня технічної готовності транспортних засобів прикордонного загону/ С.Б. Головня / Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. – Хмельницький: НАДПСУ.-2014.- Вип.1(61).- С.292-303.
5. Кохан В.Ф. Структура розвитку та оновлення парку колісної техніки армій країн-членів НАТО і росії з 2012 по 2022 роки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2022. № 2(70). С. 6–15. <https://doi.org/10.30748/soivt.2022.70.01>.
6. Анілович В.Я. Надійність машин в задачах и прикладах [Текст] / В.Я. Анілович, А.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко. – Харків: Око,- 2001.- 319 с.
7. Іванченко А.О. Вибір критерію оцінки експлуатаційної надійності автомобілів [Текст] / А.О. Іванченко, И.К. Шаша, І.В. Рогозин // ХУПС: наукове періодичне видання – Харків: Збірник наукових праць, 2014. – Том 3(40). – С. 149 – 151.
8. Кушніренко О.В., Чуприна В.М. Аналіз моделей і методів оцінювання надійності пілотованих літальних апаратів військового призначення. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*. 2024. Вип. 4(22). С. 72-82. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.22.2024.09>
9. Макогон О., Пелехатий М., Красношапка Ю., Киричек С., Машенко І., Кривцун В., Міщенко Я. Дослідження показників надійності функціонування системи танко-технічного забезпечення танкового батальйону в умовах ведення бойових дій. *Військово-технічний збірник*. 2025. Том 33 (2). С.34 – 48. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.33.2025>
10. Камак Ю.О., Башинський В.Г. Метод прогнозування показників безвідмовності безпілотного авіаційного комплексу за даними підконтрольної експлуатації. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*. 2023. Вип. 2(16). С.46-53. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.16.2023.06>
11. Гудрамович В. С. Міцність, надійність і ресурс конструкцій аерокосмічної техніки і енергетики. *Технічна механіка*. 2021. № 2. С. 100 – 106. DOI: <https://doi.org/10.15407/itm2021.02>.
12. Харченко В.С. Теорія надійності та живучості елементів і систем літальних комплексів [Текст] / В.С. Харченко, А.П.Батуков, І.В.Лисенко– Харків: ХВУ. – 1997.- 403 с.
13. Купін С.П. Математична модель показника живучості автомобільної техніки при веденні бойових дій. *Young Scientist* . 2024. №4 (128). С.125 – 129.
14. Кривошапов С. І. Корегування ресурсу та періодичності технічного обслуговування транспортних машин за методикою нормування витрати палива. *Автомобільний транспорт*. 2020. Вип. 46. С. 78 – 85. DOI: 10.30977/АТ.2219-8342.2020.46.0.78
15. Грубель М.Г., Паращук Д.Л., Волощук М.Я., Шульгін А.В. Методика технічного діагностування зразків військової автомобільної техніки. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*, 2024, Вип. 1(19).С. 25-34. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.19.2024.03>
16. Кохан В.Ф. Методика вибору військової автомобільної техніки за якісними показниками. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*. 2023. Вип. 4(18). С. 35-40. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.18.2023.05>
17. Сівак В.А., Ляшенко В.А., Зозуля В.М., Гайдак І.Г. Метод швидкого відновлення зразків озброєння та автомобільної техніки прикордонних підрозділів швидкого реагування за критерієм забезпечення їх живучості. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*. 2022. Вип. 3(13). С. 104-109. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.13.2022.11>
18. Чуприна В.М., Феденько В.М., Жданюк М.М., Бояров В.Т., Сергієнко А.І. Обґрунтування концепції випробувань по визначенню ресурсних показників силових елементів спеціалізованих броньованих автомобілів. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*. 2022. Вип. 3(13). С. 4-16. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.13.2022.01>
19. Крайник Л.В., Гребеник О.М., Грубель М.Г., Кохан В.Ф. Концептуальні основи формування перспективних типажу і структури парку колісної автомобільної техніки збройних сил: ч.1 Аналіз парків та тенденцій розвитку автомобільної техніки Збройних Сил України, рф та країн НАТО. *Озброєння та військова техніка*. 2023. № 1(37). – С.31–39. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2023.1\(37\).31-39](https://doi.org/1034169/2414-0651.2023.1(37).31-39).
20. Криськов А., Лирик В. Втрати вантажних автомобілів у російсько-українській війні за даними сайту ORYXSPIOENKOP.COM (станом на 15.04.2023). III Міжнародна наукова конференція «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки». – С.70-72.
21. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення.
22. ДСТУ 2389-94 Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення.
23. ДСТУ В 8821-1:2018 Стандартизація у сфері озброєння та військової техніки
24. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
25. Васілевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.
26. Степанов О. Працездатність як експлуатаційна властивість вантажного автотранспорту. Матеріали конференцій МЦНД, (17.01.2025; Львів, Україна). – С. 363–365.
27. Сівак В.А., Павлов Я.В. Оцінка чинників, які впливають на ефективність та якість ремонту пошкоджених зразків військової техніки в польових умовах. *Збірник наукових праць ДНДІ ВСОВТ*, 2024, Вип. 2(20) С. 83 – 87. DOI: 10.37701/dndivsovt.20.2024.12
28. Левський В. К., Сазонов С. В., Шелепенков М. А. Автомобілі-самоскиди КрАЗ. – Дніпро: АРТ-ПРЕСС, 2010. – 400 с.

References

1. Lyashenko V.A., Perehyin R.V. Analiz osoblyvostey ta nedolikh peremishchennya i perevezennya (transpo-rtuvannya) uhrupovan' viys'k (syl) v operatsiyakh armiy krayin-chleniv NATO ta v zbroynykh sylakh Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT. 2024. Vyp. 3(21). S. 84-89. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.21.2024.10>
2. Tymoshenko R.I. Onovlennya parku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniki – shlyakh do boyezdatnosti Zbroynykh Syl Ukrainy/ R. I. Tymoshenko //Zbirnyk naukovykh prats' Tsentru voyenno-stratehichnykh doslidzhen' Natsional'no-ho universytetu oborony Ukrainy imeni Ivana Chernyakhivs'koho. – 2016. – №4. – S. 6–11.
3. Chepkov I.B. Zahal'ni tendentsiyi rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniki/ I. B. Chepkov, P. I. Nor //Ozbroynennya ta viys'kova tekhnika. – 2014. – №1. – S. 4–13.
4. Holovnya S.B. Rozrobka rekomendatsiy shchodo pokrashchennya protsesu otsinyuvannya rivnya tekhnichnoyi hotovno-sti transportnykh zasobiv prykordonnoho zahonu/ S.B. Holovnya / Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noyi akademiyi Derzhavnoyi prykordonnoyi sluzhby Ukrainy. – Khmel'nyts'kyi: NADPSU. – 2014. – Vyp.1(61). – S.292-303.
5. Kokhan V.F. Struktura rozvytku ta onovlennya parku kolisnoyi tekhniki armiy krayin-chleniv NATO i ro-siyi z 2012 po 2022 roky. Systemy ozbroynennya i viys'kova tekhnika. 2022. № 2(70). S. 6–15. <https://doi.org/10.30748/soivt.2022.70.01>.
6. Anilovych V.YA. Nadiynist' mashyn v zadakhakh y prykladakh [Tekst] / V.YA. Anilovych, A.S. Hrynenko, V.L. Lytvynenko. – Kharkiv: Oke, 2001. – 319 s.
7. Ivanchenko A.O. Vybir kryteriyu otsinky ekspluatatsiyanoi nadiynosti avtomobiliv [Tekst] / A.O. Ivanchenko, Y.K. Shasha, I.V. Rohozyn // KHUPS: naukovy periodychny vydannya – Kharkiv: Zbirnyk naukovykh prats', 2014. – Tom 3(40). – S. 149 – 151.
8. Kushnirenko O.V., Chupryna V.M. Analiz modeley i metodiv otsinyuvannya nadiynosti pilotovanykh lital'nykh aparativ viys'kovoho pryznachennya. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT. 2024. Vyp. 4(22). S. 72-82. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.22.2024.09>
9. Makohon O., Pelekhaty M., Krasnoshapka YU., Kyrychek S., Mashchenko I., Kryvtun V., Mishchenko YA. Dos-lidzhennya pokaznykiv nadiynosti funktsionuvannya systemy tanko-tekhnichnoho zabezpechennya tankovoho batal'yonu v umovakh vedennya boyovykh diy. Viys'kovo-tekhnichnyy zbirnyk. 2025. Tom 33 (2). S.34 – 48. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.33.2025>
10. Kamak YU.O., Bashyns'ky V.H. Metod prohnozuvannya pokaznykiv bezvidmovnosti bezpilotnoho avia-tsiynoho kompleksu za danymy pidkontrol'noyi ekspluatatsiyi. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT. 2023. Vyp. 2(16). S.46-53. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.16.2023.06>
11. Hudramovych V. S. Mitsnost', nadiynist' i resurs konstruktiv aerokosmichnoyi tekhniki i enerhetyky. Te-khnichna mekhanika. 2021. № 2. S. 100 – 106. DOI: <https://doi.org/10.15407/itm2021.02>.
12. Kharchenko V.S. Teoriya nadiynosti ta zhyvuchosti elementiv i system lital'nykh kompleksiv [Tekst] / V.S. Kharchenko, A.P. Batukov, I.V. Lysenko – Kharkiv: KHVU. – 1997. – 403 s.
13. Kupin S.P. Matematychna model' pokaznyka zhyvuchosti avtomobil'noyi tekhniki pry vedenni boyovykh diy. Young Scientist. 2024. №4 (128). S.125 – 129.
14. Kryvoshapov S. I. Korehuvannya resursu ta periodychnosti tekhnichnoho obsluhovuvannya transportnykh mashyn za metodykoyu normuvannya vytraty palyva. Avtomobil'nyy transport. 2020. Vyp. 46. S. 78 – 85. DOI: 10.30977/AT.2219-8342.2020.46.0.78
15. Hrubel' M.H., Parashchuk D.L., Voloshchuk M.YA., Shul'hin A.V. Metodyka tekhnichnoho diahnostuvannya zrazkiv viys'kovoyi avtomobil'noyi tekhniki. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT, 2024, Vyp. 1 (19). S. 25-34. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.19.2024.03>
16. Kokhan V.F. Metodyka vyboru viys'kovoyi avtomobil'noyi tekhniki za yakisnymi pokaznykamy. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT. 2023. Vyp. 4(18). S. 35-40. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.18.2023.05>
17. Sivak V.A., Lyashenko V.A., Zozulya V.M., Haydak I.H. Metod shvydkoho vidnovlennya zrazkiv ozbroynennya ta avtomobil'noyi tekhniki prykordonnykh pidrozdiliv shvydkoho reahuvannya za kryteriyem zabezpechennya yikh zhyvuchosti. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT. 2022. Vyp. 3 (13). S. 104-109. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.13.2022.11>
18. Chupryna V.M., Fedenko V.M., Zhdanyuk M.M., Boyarov V.T., Serhiyenko A.I. Obruntuvannya kontseptsiyi vyprobuvan' po vyznachennu resursnykh pokaznykiv sylovykh elementiv spetsializovanykh bron'ovanykh avtomobiliv. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT. 2022. Vyp. 3 (13). S. 4-16. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.13.2022.01>
19. Kraynyk L.V., Hrebenyk O.M., Hrubel' M.H., Kokhan V.F. Kontseptual'ni osnovy formuvannya perspe-ktivnykh typazhu i struktury parku kolisnoyi avtomobil'noyi tekhniki zbroynykh syl: ch.1 Analiz parkiv ta ten-dentsiy rozvytku avtomobil'noyi tekhniki Zbroynykh Syl Ukrainy, rf ta krayin NATO. Ozbroynennya ta viys'kova tekhnika. 2023. № 1(37). – S.31–39. [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2023.1\(37\).31-39](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2023.1(37).31-39).
20. Kryskov A., Lylyk V. Vtraty vantazhnykh avtomobiliv u rosiys'ko-ukrayins'kiy viyni za danymy saytu ORYXSPIOENKOP.COM (stanom na 15.04.2023). III Mizhnarodna naukova konferentsiya «Voyenni konflikty ta tekhnichni katastrofy: istorychni ta psykhologichni naslidky». – S.70-72.
21. DSTU 2860-94 Nadiynist' tekhniki. Terminy ta vyznachennya.
22. DSTU 2389-94 Tekhnichne diahnostuvannya ta kontrol' tekhnichnoho stanu. Terminy ta vyznachennya.
23. DSTU V 8821-1:2018 Standartyzatsiya u sferi ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniki
24. Rud' YU.S. Osnovy konstruyuvannya mashyn: Pidruchnyk dlya studentiv inzhenerno-tekhnichnykh spetsial'-nostey vyshchykh navchal'nykh zakladiv. 2-e vyd., pererobl. – Kryvyi Rih: Vydavets' FO-P Chernyavs'kyi D.O., 2015. – 492 s.
25. Vasilevs'kyi O. M. Normuvannya pokaznykiv nadiynosti tekhnichnykh zasobiv : navchal'nyy posibnyk / O. M. Vasilevs'kyi, O. H. Ihnatenko. – Vinnytsya : VNTU, 2013. – 160 s.
26. Stepanov O. Pratsездатnist' yak ekspluatatsiyna vlastyvis't' vantazhnoho avtotransportu. Materialy konferentsiy MTSND, (17.01.2025; L'viv, Ukrainy). – S. 363–365.
27. Sivak V.A., Pavlov YA.V. Otsinka chynnykiv, yaki vplyvayut' na efektyvnist' ta yakist' remontu poshko-dzhennykh zrazkiv viys'kovoyi tekhniki v pol'ovykh umovakh. Zbirnyk naukovykh prats' DNDI VSOVT, 2024, Vyp. 2(20) S. 83 – 87. DOI: 10.37701/dndivsovt.20.2024.12
28. Levs'kyi V. K., Sazonov S. V., Shelepenkov M. A. Avtomobili-samoskydy KrAZ. – Dnipro: ART-PRESS, 2010. – 400 s.