

Підвищення рухомості транспортних агрегатів засобів технічного забезпечення мобільного комплексу озброєння як перспективний шлях зменшення імовірності їх ураження

Геннадій Левагін * ^{1 А}; Олександр Мішуков ^{2 А}; Дмитро Литовченко ^{3 А};
Сергій Рязанцев ^{4 А}; Іван Гуленов ^{5 В}

^А Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна

^В Командування Сухопутних військ Збройних Сил України, м. Київ, Україна

Received: September 16, 2021 | **Revised:** October 10, 2021 | **Accepted:** October 30, 2021

DOI: 10.33445/sds.2021.11.5.6

Анотація

Запропоновано підхід щодо зменшення імовірності ураження засобів технічного забезпечення мобільного комплексу озброєння в умовах ведення бойових дій шляхом підвищення їх рухомості. Введено новий показник, що дозволяє оцінити технічну досконалість технологічного устаткування транспортного агрегату засобу технічного забезпечення.

Ключові слова: транспортний агрегат, технічна позиція, рухомість.

Постановка проблеми

Станом на сьогодні, аналіз сучасних систем озброєння показує, що для вогневого ураження рухомих об'єктів існують різноманітні типи зброї, що відрізняються як за структурою, так і за принципом функціонування. Одним з основних напрямів їх розвитку є інтеграція технічних засобів розвідки, засобів автоматизованого управління та засобів ураження в єдину функціональну систему, здатну виявляти та знищувати об'єкти противника в реальному

масштабі часу бою. При створенні нових систем озброєння, наприклад, мобільних комплексів озброєння, виникає задача формулювання тактико-технічних вимог до експлуатаційних та бойових властивостей цих систем, вузлів та агрегатів з урахуванням зміни умов використання, з метою зменшення імовірності їх ураження та підвищення ефективності бойового застосування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В багатьох роботах, в яких розглядаються можливості підвищення ефективності застосування систем ураження шляхом поліпшення основних тактико-технічних характеристик, таких як: енергомасових характеристик, точності засобів ураження, надійності, живучості систем озброєння, тобто характеристик, що найбільш впливають

на ефективність застосування систем озброєння, але при цьому недостатньо уваги приділяється такому питанню, як оцінка залежності показників ефективності систем озброєння від експлуатаційних властивостей засобів їх транспортування. В роботах [1 – 9] при оцінці ефективності вогневого ураження не розкривається питання його залежності від

¹ * **Corresponding author:** к.т.н., доцент, начальник факультета, e-mail: lga_73@ukr.net, ORCID:0000-0001-6047-3561

² к.т.н., e-mail: rlv473@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6101-122X

³ к.т.н., e-mail: 80litovchenko@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5154-6060

⁴ e-mail: Sambor_2008@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3049-2547

⁵ e-mail: ayvengo_1984@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2261-2177

рівня рухомості об'єктів ураження, а імовірність ураження засобів технічного забезпечення мобільних комплексів озброєння (МКО) розглядається

відокремлено від експлуатаційних властивостей транспортних агрегатів засобів технічного забезпечення (ТА ЗТЗ), як транспортного засобу.

Постановка завдання

Визначення можливості зменшення імовірності ураження ЗТЗ, які виконують завдання в позиційному районі (ПР) в умовах

сучасного бою, за рахунок підвищення рухомості їх транспортних агрегатів (ТА).

Виклад основного матеріалу

При веденні бойових дій ТА ЗТЗ може зазнавати різноманітних видів впливу (ракетні і бомбові удари, артилерійські обстріли та ін.) з боку противника. Збереження ТА ЗТЗ та її агрегатів і систем протягом всіх етапів функціонування є одним з найголовніших завдань.

Важливою характеристикою ТА ЗТЗ є середній час t_o перебування його на технічній позиції (ТП). Цей час, в залежності від виду ТА ЗТЗ (транспортно заряджаючі машини, машини технічного обслуговування, автомобільні контрольно-випробувальні станції тощо), характеру задач, що виконуються, і нормативів на проведення технічних робіт на ТП, змінюється від декількох хвилин до декількох годин. Момент виявлення ТА ЗТЗ противником є випадковим. Випадковим для військ противника є й моменти зайняття і залишення ТА ЗТЗ ТП. Тому час з моменту виявлення ТА ЗТЗ противником до моменту залишення ним ТП є для противника випадковою величиною.

Прийmemo, що імовірність виявлення ТА ЗТЗ противником залежить від інтенсивності розвідки λ_p і часу t її проведення. Під інтенсивністю розвідки будемо розуміти кількість цілей, розвіданих та розпізнаних за одиницю часу. Прийmemo допущення, що $\lambda_p = \text{const}$. Імовірність визначення цілі пропонується визначати за формулою [7]

$$Q_{\text{визн}}(t) = 1 - \exp(-\lambda_p t). \quad (1)$$

Ця формула відображає процес визначення цілі, оскільки вона справедлива лише за умови, що відношення інтенсивності розвідки цілей до числа ще невизначених є величиною постійною [7].

Імовірність визначення ТА ЗТЗ на ТП при заданому значенні λ_p представимо у вигляді графіка на рис. 1.

$Q_{\text{визн}}(t)$

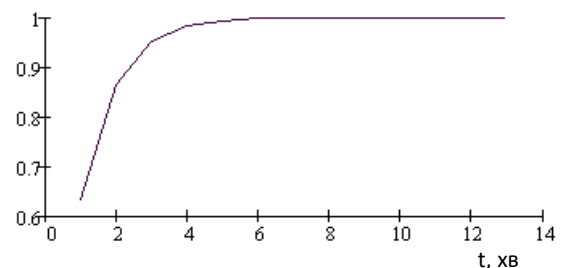


Рисунок 1 – Імовірність визначення ТА ЗТЗ на ТП ($\lambda_p=1$.)

Імовірність того, що ТА ЗТЗ не буде визначено засобами противника, знайдемо як імовірність протилежної до (1) події, тобто

$$Q_{\text{н.визн}}(t) = 1 - Q_{\text{визн}}(t) = \exp(-\lambda_p t).$$

Якщо вважати, що після виявлення ТА ЗТЗ, випадкова величина часу від моменту виявлення до нанесення по ній удару розподілений за законом рівної імовірності з математичним очікуванням $T_{\text{підг}}$, а ТА ЗТЗ дорозвідуються в моменти часу, випадкова величина якого також розподілена за законом рівної імовірності в межах від $t=0$ до повного часу

перебування ТА ЗТЗ на ТП t_o . Імовірність $Q_\tau(t_o)$ того, що ТА ЗТЗ не змінить свого місцезнаходження та противник встигне нанести удар, можна визначити як [7]

$$Q_\tau(t_o) = \begin{cases} 1 - \frac{T_{\text{підг}}}{t_o}, & \text{якщо } T_{\text{підг}} < t_o; \\ 0, & \text{якщо } T_{\text{підг}} \geq t_o. \end{cases} \quad (2)$$

Імовірність події, яка полягає в тому, що противник не встигне уразити ТА ЗТЗ, знайдемо за формулою

$$Q_{\text{нт}}(t_o) = 1 - Q_\tau(t_o). \quad (3)$$

Ступень небезпеки знищення противником ТА ЗТЗ відразу після виконання завдання залежить від часу, протягом якого ці агрегати будуть знаходитися на технічних позиціях після виконання завдання. На рис. 2, представлені результати розрахунків для: $T_{\text{підг}} = 1 \dots 13$ хв, $t_o = 13$ хв.

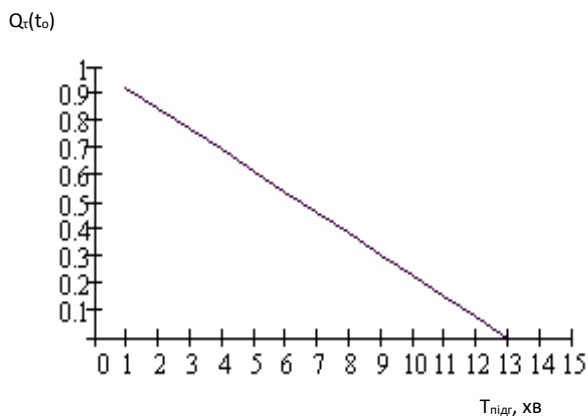


Рисунок 2 – Імовірність ураження ТА ЗТЗ на ТП

Тривалість операції підготовки і нанесення удару $T_{\text{підг}}$, що використовується для розрахунків, відповідає часу, який потрібен сучасним засобам ураження для нанесення удару по виявленій цілі. Аналіз рис. 2 показує, що противник нездатний уразити ТА ЗТЗ на ТП при виконанні умови $T_{\text{підг}} \geq t_o$, тому стає необхідним забезпечення її виконання за рахунок скорочення часу t_o .

Для успішного застосування озброєння оперативно-тактичного і тактичного призначення як у наступі, так і в обороні найважливіше значення мають фактор часу і боротьба за його вигравш [8].

Відзначимо, що від t_o залежить як значення імовірності визначення ТА ЗТЗ так і значення імовірності того, що противник встигне нанести удар. Розглянемо складові величини t_o :

$$t_o = t_{\text{рз.}} + \tau_3 + t'_o, \quad (4)$$

де $t_{\text{рз.}}$ - час розгортання ЗТЗ на ТП, або час виконання операцій на ТП для приведення її в готовність до застосування за призначенням; τ_3 - час проведення технологічних операцій ЗТЗ за призначенням; t'_o - час згортання ЗТЗ (час виконання операцій на ТП для приведення її в готовність до руху після застосування за призначенням).

Аналіз залежності (2) показує, що при зменшенні часу t_o імовірність $Q_\tau(t_o)$ також буде знижуватись, а $Q_{\text{нт}}(t_o)$ відповідно буде зростати. Досягнути цього можливо двома шляхами: або за рахунок поліпшення навченості та тренованості особового складу і скорочення нормативного часу виконання основних операцій по підготовки систем ТА ЗТЗ до виконання завдань за призначенням, або за рахунок скорочення часу технічної готовності технологічного обладнання та систем до виконання завдання за призначенням. Першого можливо досягнути за рахунок навченості та тренованості особового складу. Другого - за рахунок застосування більш досконалого технологічного устаткування. Тому є дуже важливим вірно сформулювати вимоги щодо технологічної досконалості зразка МКО, що розробляється.

Для їх оцінки введемо показник $K_{\text{тдту}}$ – коефіцієнт технічної досконалості технологічного устаткування.

$$K_{\text{тдту}} = \frac{\tau_3}{\tau_3 + t_{\text{рз.}} + t'_o}, \quad (5)$$

З формули слідує, що технологічне обладнання тим досконаліше, чим меншим є час технологічних операцій на ТП, і наслідком цього є поліпшення експлуатаційних властивостей ТА ЗТЗ і зменшення загальних витрат часу на виконання бойового завдання (зменшується час t_o).

Для успішного виконання ТА ЗТЗ бойового завдання в ПР, в умовах протидії засобам ураження противника, необхідно намагатися виконати наступну умову:

$$K_{\text{ТДТУ}} \geq K_{\text{ТДТУ}_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

де $K_{\text{ТДТУ}_{\text{пр}}}$ – коефіцієнт технічної досконалості технологічного устаткування системи озброєння противника.

У свою чергу виконання цієї умови для ТА ЗТЗ, потребує підвищення її оперативно-тактичної рухомості, яка характеризується здатністю к переходу з одного пункту в інший за визначений час. Рухомість буде тим вище, чим менш часу витрачається на перехід. Рухомість Π характеризує швидкість виконання спеціальним агрегатом свого функціонального завдання [9].

Рухомість є функцією $\Pi = f(L, t_{\Sigma})$, яку можна записати у вигляді [9]

$$\Pi = v_{\text{сер.ф}} = \frac{L}{t_{\Sigma}}, \quad (7)$$

де L - пройдений шлях при виконанні завдання; t_{Σ} - сумарні витрати часу:

$$t_{\Sigma} = t_{\text{р.}} + t_{\text{з.р.}} + t_{\text{т.о.}} + \tau_{\text{з}}, \quad (8)$$

де $t_{\text{р.}}$ - час руху; $t_{\text{з.р.}}$ - час, необхідний для забезпечення руху (підготовки транспортного агрегату до руху; час проведення технічного обслуговування і усунення відмов; час на інженерну підготовку доріг; час необхідний для

організації маршу через заражені ділянки місцевості та інш.); $t_{\text{т.о.}}$ - час виконання технологічних операцій на ТП для приведення ТА ЗТЗ у готовність до застосування за призначенням та згортання після виконання завдання.

$$t_{\text{т.о.}} = t_{\text{рз.}} + t'_{\text{o.}} \quad (9)$$

Перепишемо формулу для рухомості в іншому вигляді з урахуванням (8), (9):

$$\Pi = v_{\text{сер.ф.}} = \frac{L/t_{\text{р.}}}{1 + \frac{t_{\text{з.р.}} + t_{\text{т.о.}} + \tau_{\text{з.}}}{t_{\text{р.}}}} = \frac{v_{\text{сер.}}}{1 + \frac{t_{\text{з.р.}} + t_{\text{т.о.}} + \tau_{\text{з.}}}{t_{\text{р.}}}}, \quad (10)$$

де $v_{\text{сер.}}$ - середня швидкість руху, км/год.

З формули слідує, що чим менш витрати часу на забезпечення руху та виконання технологічних операцій (чим менший часу ТА ЗТЗ знаходиться на ТП), тим вище рухомість та нижче імовірність виявлення і знищення ТА ЗТЗ засобами розвідки та ураження противника.

Результати оцінки зміни рівня рухомості в залежності від часу виконання операцій функціонального циклу ТА ЗТЗ приведені на рис. 3.

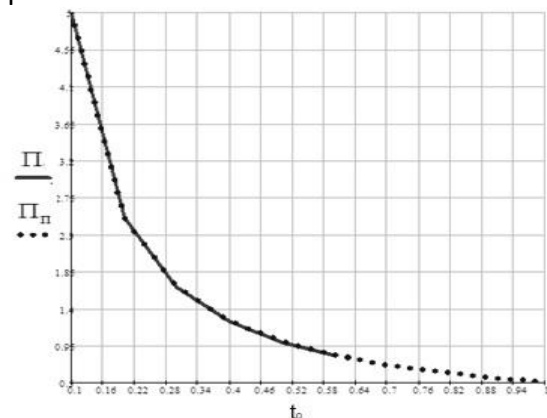


Рисунок 3 – Графік зміни рівня рухомості (Π) ТА ЗТЗ залежно від зміни загального часу, потрібного на знаходження ТА на ТП (t_o)

Висновки

Засоби технічного забезпечення є складною технічною системою, однак їх бойові можливості визначаються, головним чином, властивостями та

характеристиками транспортного агрегату і технологічного устаткування.

Аналіз отриманих результатів представлених на графіках (рис. 1, 2) показує, що ступінь небезпеки виявлення і

знищення противником ЗТЗ залежить від часу, протягом якого ЗТЗ знаходиться на ТП. Він не повинен перевищувати часу потрібного противнику для підготовки і нанесення удару засобами ураження.

Введено показник (5), який дозволяє провести порівнювальний аналіз технічної досконалості технологічного устаткування ЗТЗ зі зразками озброєння армій розвинутих країн світу. На основі оцінки результатів аналізу можливим стає формулювання вимог до технологічного устаткування, щодо його технічної досконалості.

Для забезпечення виконання вище описаних умов та умови (6) з урахуванням (10) стає необхідним збільшення рухомості ТА ЗТЗ при виконанні бойового завдання в ПР з метою зменшення імовірності їх ураження на ТП.

Тенденції швидкого розвитку засобів розвідки та ураження, які характеризуються скороченням часу потрібного їм на виконання завдань по виявленню і ураженню об'єктів, все більш широким використанням високоточних засобів ураження, вимагають формулювання нових високих вимог до зразків озброєння, що розробляється, до технічної досконалості їх технологічного устаткування і засобів транспортування. Ці вимоги повинні дозволити зменшити час переміщення ТА ЗТЗ між стартовими позиціями в ПР, зменшити час на проведення технологічних операцій підготовки до виконання завдань і маршу, іншими словами - забезпечити створення ЗТЗ, який здатний виконати бойове завдання за будь яких умов з мінімальними витратами часу.

Список використаних джерел

1. Матвеев С. И. (2003). Высокоточные системы РВ и А: перспективы и основные направления работ по созданию разведывательно-ударных и разведывательно-огневых комплексов. *Военная мысль*. №2. С. 23 – 27.
2. Черныш А. Я., Мортун В. С., Чварнов С. В. (2003). Огневое поражение противника ракетными войсками и артиллерией в операциях коалиционных группировок войск. *Военная мысль*. №3. С. 13 – 16.
3. Зайцев А. С., Гребенюк В. И. (2003). Определение рационального состава огневых средств ракетных войск и артиллерии в операции, бою. *Военная мысль*. №3. С. 46 – 53.
4. Мясников Е. В. Высокоточное оружие и стратегический баланс, издание Центра по изучению проблем разоружения, энергетики и экологии при МФТИ. Долгопрудный, 2000. 43 с.
5. Волков Е. Б., Дворкин В. З., Прокудин А. И., Шишкин Ю. Н. Технические основы эффективности ракетных систем. Москва: Машиностроение, 1989. 256 с.
6. Антонов А. С., Кононович Ю. А, Магидович Е. И., Прозоров В. С. Армейские автомобили. Теория. Москва: Воениздат, 1970. 527 с.
7. Извеков Е. В., Каплунов Б. А. Оптимизация средств обеспечения стрельбы артиллерии. Москва: Воениздат, 1979. 112 с.
8. Суриков Б. Т. Боевое применение ракет сухопутных войск. Москва: Воениздат, 1979. 196 с.
9. Степанченко Э. П., Фалалеев П. П. Технологическое оборудование. Основы конструкции и расчета базовых машин. Москва: МО СССР, 1986. 365 с.
10. Бархударян М. В., Кулагін К. К., Мішуков О. М., Чумак Б. О. (2013). Основні вимоги та завдання полігонного випробувального комплексу. *Система озброєння військової техніки*. Харків. ХУПС. №2(34) С. 2 – 5.

Повышение подвижности транспортных агрегатов средств технического обеспечения мобильного комплекса вооружения как перспективный путь уменьшения вероятности их поражения

Геннадий Левагин * ^{1 A}; Александр Мишуков ^{2 A}; Дмитрий Литовченко ^{3 A};
Сергей Рязанцев ^{4 A}; Иван Гуленов ^{5 B}

* Corresponding author: ¹ к.т.н., доцент, начальник факультета, e-mail: lga_73@ukr.net, ORCID:0000-0001-6047-3561

² к.т.н., e-mail: rtv473@ukr.net, ORCID:0000-0001-6101-122X

³ к.т.н., e-mail: 80litovchenko@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5154-6060

⁴ e-mail: Sambor_2008@ukr.net, ORCID:0000-0003-3049-2547

⁵ e-mail: ayvengo_1984@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2261-2177

^A Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, г. Харьков, Украина

^B Командование Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины, г. Киев, Украина

Аннотация

Предложен подход по уменьшению вероятности поражения средств технического обеспечения мобильного комплекса вооружения в условиях ведения боевых действий путем повышения их подвижности. Введен новый показатель, позволяющий оценить техническое совершенство технологического оборудования транспортного агрегата средства технического обеспечения.

Ключевые слова: транспортный агрегат, техническая позиция, подвижность.

Increasing the mobility of transport units of means of technical support of the mobile armament complex as a promising way to reduce the probability of their defeat

Gennady Levagin ^{1 A}; Alexander Mishukov ^{2 A}; Dmytro Lytovchenko ^{3 A};
Serhii Riazantsev ^{4 A}; Ivan Hulenov ^{5 B}

* Corresponding author: ¹ candidate of technical sciences, associate Professor, head of faculty, lga_73@ukr.net, ORCID:0000-0001-6047-3561

² candidate of technical sciences, e-mail: rtv473@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6101-122X

³ candidate of technical sciences, e-mail: 80litovchenko@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5154-6060

⁴ e-mail: Sambor_2008@ukr.net, ORCID:0000-0003-3049-2547

⁵ e-mail: ayvengo_1984@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2261-2177

^A Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

^B Command of the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

An approach is proposed to reduce the probability of damage to the means of technical support of the mobile armament in the conditions of hostilities by increasing their mobility. A new indicator has been introduced to assess the technical perfection of the technological equipment of the vehicle maintenance unit.

Keywords: transport unit, technical position, mobility.

References

1. Matveev S. I. (2003). High-precision RV and A systems: prospects and main directions of work on the creation of reconnaissance-strike and reconnaissance-fire complexes. *Military Thought*. №2. P. 23–27. [in Russian].
2. Chernysh A. Y., Mortun V. S., Chvarnov S. V.

- (2003). Fire defeat of the enemy by missile troops and artillery in the operations of coalition groups of troops. *Military Thought*. №3. P. 13-16. [in Russian].
3. Zaitsev A. S., Grebenyuk V. I. (2003). Determination of the rational composition of the firepower of missile troops and artillery in operations, combat. *Military Thought*. №3. P. 46–53. [in Russian].
4. Myasnikov E. V. High-precision weapons and strategic balance, published by the MIPT Center for Disarmament, Energy and Environmental Studies. Dolgoprudny, 2000. 43 p. [in Russian].
5. Volkov E. W., Dworkin V. Z., Prokudin A. I., Shishkin Y. N. Technical bases of missile systems efficiency. Moscow : Mashinostroenie, 1989. 256 s. [in Russian].
6. Antonov A. S., Kononovich Y. A., Magidovich E. I., Prozorov V.S. Army cars. Theory. Moscow : Voenizdat, 1970. 527 s. [in Russian]
7. Izvekov E. V., Kaplunov W. A. Optimization of means of providing artillery firing. Moscow : Voenizdat. 1979. 112 s. [in Russian].
8. Surikov W. T. Combat use of ground troops missiles. Moscow : Voenizdat, 1979. 196 p. [in Russian].
9. Stepanchenko E. P., Falaleev P. P. Technological equipment. Fundamentals of design and calculation of basic machines. Moscow : MoD USSS, 1986. 365 c. [in Russian].
10. Barkhudaryan M. V., Kulagin K. K., Mishukov O. M., Chumak V. O. (2013). Basic requirements and tasks of the landfill test complex. *Weapons system and military equipment*. Kharkiv. HUPS, №2 (34). P. 2–5. [in Ukrainian].