

УДК 62-932.4



І. К. Шаша



С. А. Кудімов

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІДРОЗДІЛАМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

У статті розглянуто актуальні питання встановлення закономірностей впливу характерних для підрозділів Національної гвардії України умов експлуатації на експлуатаційні показники автобронетанкової техніки, від яких залежить ефективність її службово-бойового застосування. Запропоновано математичну модель ймовірності безвідмовної роботи автобронетанкової техніки як складової ергатичної технічної системи.

Ключові слова: автобронетанкова техніка, ефективність, умови експлуатації, надійність, імовірність, критерій, модель.

Постановка проблеми. Основу парку Національної гвардії України складає автобронетанкова техніка (АБТ), що використовується у службово-бойовій діяльності, зокрема для перевезення особового складу, озброєння, боєприпасів, спеціальних засобів до місць виконання службово-бойових завдань (СБЗ).

Очевидно, що серед інших факторів робота техніки в сучасних умовах вагомо впливає на результативність виконання СБЗ. Так, своєчасність доставляння особового складу та необхідного вантажу може бути критичним параметром успішного виконання СБЗ підрозділами Національної гвардії України, наприклад, при виконанні завдань в умовах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, масових заворушень, під час участі у спеціальних операціях з пошуку та знешкодження озброєних злочинців, ліквідації незаконних збройних формувань або у виконанні завдань територіальної оборони.

Аналіз досліджень і публікацій. Відомо, що питання раціонального використання матеріальних засобів, у тому числі пального, та ресурсу техніки не знімається навіть у бойових умовах [1]. Таким чином, оцінюючи у сукупності показники якості виконання завдань з використанням технічних засобів та показники витрат матеріальних засобів і ресурсу техніки, ми фактично оцінюємо ефективність використання техніки. Безперечно, що обов'язком будь-якого командира є врахування ефективності використання техніки, у тому числі автобронетанкової, при прийнятті рішень на залучення підпорядкованих частин та підрозділів до виконання СБЗ.

Оцінювання ефективності використання АБТ пов'язане із необхідністю прогнозування експлуатаційних показників її роботи, що безпосередньо залежать від умов експлуатації. Однак на сьогодні не існує науково обґрунтованого методичного апарату, що дозволяв би враховувати при плануванні використання АБТ характерні умови експлуатації під час виконання підрозділами гвардії СБЗ [2].

Мета статті – визначення шляхів підвищення ефективності функціонування комплексу “Автобронетанкова техніка – водій – умови експлуатації” (АБТ-В-УЕ) під час його службово-бойового застосування.

Виклад основного матеріалу. Комплексною характеристикою будь-якої технічної системи є її ефективність як міра доцільності варіантів рішень, пристосованих до умов експлуатації. Ефективність функціонування системи – властивість виконувати покладені на неї функції із заданим рівнем якості протягом встановленого для неї періоду експлуатації. Ефективність функціонування системи визначається сукупністю її властивостей, закладених при проектуванні і виготовленні та підтримуваних у процесі експлуатації [3].

У даній статті критерій ефективності розробляється для комплексу АБТ-В-УЕ, що за своєю природою є складним, багатофункціональним та ергатичним. Функціонування такого комплексу відбувається в умовах впливу різноманітних дорожніх, транспортних та атмосферно-кліматичних умов експлуатації.

Таким чином, розглянутий комплекс АБТ-В-УЕ у процесі свого функціонування характеризується мінливістю значень параметрів, що має випадковий характер, і невизначеністю станів його елементів. За таких умов точно виробити оцінку якості функціонування комплексу та вказати оптимальні значення його характеристик складно. Враховуючи це, оцінювати ефективність функціонування комплексу АБТ-В-УЕ необхідно з використанням імовірнісних показників та їх граничних значень.

Застосування аналітичних або експериментальних методів оцінювання ефективності в умовах багатофакторності і невизначеності процесу розв'язування поставленої задачі вимагає прийняття конкретних рішень. Отже, необхідно вибрати один або кілька критеріїв ефективності, які мають властивість репрезентативності. У розв'язуванні оптимізаційних задач дослідження ефективності комплексів АБТ-В-УЕ як обмеження можуть бути вибрані деякі технічні або економічні характеристики їхнього функціонування [4].

Для того, щоб вирішити поставлену задачу розроблення критерію ефективності функціонування комплексу АБТ-В-УЕ як учасника дорожнього руху та основної ланки, що визначає рівень його ефективності, запропонуємо спочатку показник, за яким можна оцінити властивості цього елемента автотранспортної системи з точки зору надійності. Для цього скористаємося поняттям успішного виконання транспортної задачі АБТ. Воно визначає реалізацію покладеної на АБТ транспортної задачі протягом здійснення одного маршруту як успішну за умови відсутності виникнення в ході цього маршруту надзвичайних ситуацій. Імовірність успішного виконання транспортної задачі $P_{увз}$ є

кількісною мірою зазначеної властивості комплексу АБТ-В-УЕ і характеризує надійність АБТ і водія як його елементів, а також імовірність впливу на цей комплекс чинників навколишнього середовища протягом маршруту. Математичний вираз для ймовірності може бути представлений такою формулою:

$$P_{увз} = P_{абт}(t) \cdot P_{в}(t) \cdot P_{уе}(t), \quad (1)$$

де $P_{абт}(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи АБТ як технічної системи; $P_{в}(t)$ – ймовірність прийняття правильних рішень і їхньої реалізації водієм; $P_{уе}(t)$ – ймовірність відсутності впливу небезпечних зовнішніх факторів під час виконання маршруту.

Часова залежність властивостей, що визначають рівень надійності комплексу, підкреслює можливість виникнення особливих дорожніх ситуацій на всіх етапах виконання маршруту.

Як бачимо, комплексний показник надійності функціонування комплексу АБТ-В-УЕ $P_{увз}(t)$ об'єднує характеристики надійності технічної частини комплексу, його оператора, а також показник безпеки впливу на нього різноманітних умов експлуатації.

На надійність функціонування комплексу АБТ-В-УЕ, яка характеризується показником $P_{увз}(t)$, впливають умови його експлуатації (очікувані та екстремальні), а також чинники, обумовлені множиною його різних властивостей і вимог до правил функціонування та використання. До зазначеної сукупності властивостей і характеристик комплексу можна віднести: початковий рівень надійності АБТ і його залишковий ресурс, характеристики живучості АБТ, рівень професійної підготовки водія, його функціональний стан і патолофізіологічне навантаження на нього в процесі управління АБТ тощо [4].

Сформувавши вказаним чином показник надійності комплексу АБТ-В-УЕ, скористаємося поняттям вихідного ефекту від його функціонування. Вихідний ефект визначається як оцінюваний результат функціонування об'єкта, що виконує покладену на нього задачу. Вихідний ефект є функцією стану, в якому знаходиться об'єкт у процесі виконання задачі [4]. Математичні моделі можливих варіантів функціонування систем пропонується розділити на чотири класи:

– двопозиційні моделі системи з раптовими відмовами, коли її стани і відповідно вихідні ефекти набувають значення 0 або 1; під 0 розуміють стан системи, яка відмовила, і ефект від її функціонування в такому стані відсутній, а під 1 – справний стан системи і запланований для її функціонування вихідний ефект;

– двопозиційні моделі системи з поступовим розвитком відмов, коли її вихідний ефект має значення 0 або 1, а стани можуть набувати будь-які значення в інтервалі $\{0; 1\}$;

– багатопозиційні моделі системи, множина значень вихідних ефектів якої знаходиться в інтервалі значень $\{0; 1\}$, а стани можуть набувати значення 0 або 1;

– багатопозиційні моделі системи, для якої множина значень її вихідних ефектів і множина її станів можуть набувати будь-яких значень в інтервалі $\{0; 1\}$.

Нижче будемо розглядати останній варіант наведених моделей, співвідносячи можливі значення виробленого критерію надійності $P_{увз}(t)$ комплексу АБТ-В-УЕ з його вихідними ефектами. Як один з можливих варіантів показників вихідного ефекту комплексу розглядатимемо показник економії ресурсів Φ , що дає експлуатація АБТ при рішенні певної транспортної задачі. З огляду на те, що низький рівень надійності за показником $P_{увз}(t)$ при виконанні транспортної задачі може призвести до виникнення аварійної або навіть катастрофічної дорожньої ситуації, що супроводжується матеріальними збитками і людськими жертвами, відносно значення вихідного ефекту для вибраного типу моделі варто розглядати в інтервалі $\{-1; 1\}$.

Для формування і подальшого дослідження ефективності функціонування запропонованого комплексу АБТ-В-УЕ необхідно виконати ще одну процедуру, а саме – ранжирування інтервалів зміни значень критерію надійності $P_{увз}(t)$ за рівнями вихідних ефектів \hat{O}_i .

Розв'язок зазначеної задачі доцільно шукати у такому вигляді:

$$\begin{aligned} \{P_{увз,1}; P_{увз,2}\} &\Rightarrow H_1 \Rightarrow \Phi_1; \\ \{P_{увз,3}; P_{увз,4}\} &\Rightarrow H_2 \Rightarrow \Phi_2; \\ \{P_{увз,i-1}; P_{увз,i}\} &\Rightarrow H_i \Rightarrow \Phi_i; \\ \{P_{увз,n-1}; P_{увз,n}\} &\Rightarrow H_n \Rightarrow \Phi_n, \end{aligned} \quad (2)$$

де $\{P_{увз,i-1}; P_{увз,i}\}$ – інтервал значень критерію надійності $P_{увз}(t)$ комплексу АБТ-В-УЕ, що обумовлює ймовірність створення АБТ дорожньої ситуації H_i i -ї категорії складності; Φ_i – вихідний ефект від експлуатації АБТ, здатної створити дорожню ситуацію H_i .

Якщо вказана вище процедура виконана, то критерій ефективності E функціонування комплексу АБТ-В-УЕ, що виконує одну транспортну задачу, має такий вигляд:

$$E = \sum_i^n P_{увз}(H_i) \cdot \Phi_i, \quad (3)$$

де $P_{увз}(H_i)$ – ймовірність успішного виконання транспортної задачі АБТ, що відповідає можливості створення цим засобом дорожньої ситуації i -ї категорії складності; n – число розглянутих категорій дорожніх ситуацій.

Ефективність E комплексу АБТ-В-УЕ, що виконує k транспортних задач, можна подати у вигляді формули

$$E = \sum_j^k \sum_i^n P_j \cdot P_{увз}(H_i) \cdot P_j(A/H_i), \quad (4)$$

де P_j – ймовірність виконання АБТ j -ї транспортної задачі, ($j = \overline{1; k}$); $P_{увз}(H_i)$ – ймовірність успішного виконання транспортної задачі АБТ, що відповідає можливості створення цим засобом дорожньої ситуації H_i , ($i = \overline{1; n}$); $P_j(A/H_i)$ – умовна ймовірність події A одержання від комплексу вихідного ефекту на визначеному рівні якості, достатньому для вирішення j -ї транспортної задачі АБТ, за умови існування ризику створення ним дорожньої ситуації i -ї категорії.

Таким чином, якщо вихідні ефекти Φ_i комплексу нормовані (наприклад, категоріями умов експлуатації), то для використання виразу (4) необхідним є визначення його складових: ймовірностей P_j виконання АБТ j -х транспортних задач; ймовірностей $P_{увз}(H_i)$ успішного виконання транспортної задачі АБТ, які ранжировані за категоріями дорожніх ситуацій, умовних ймовірностей $P_j(A/H_i)$ або нормованих вихідних ефектів.

Висновок

Запропонований критерій ефективності експлуатації зразка АБТ дає можливість виробити комплексну оцінку ймовірності виконання ним транспортної задачі і формально оцінити очікуваний ефект від її рішення. Практичне використання запропонованого критерію ефективності створює умови для формування управляючих заходів, спрямованих на підвищення рівня надійності комплексів АБТ-В-УЕ, рівня готовності водіїв до здійснення маршів, а також розроблення заходів безпеки стосовно негативних впливів особливих умов експлуатації.

Список використаних джерел

1. Закономірність впливу сумарної витрати пального на зміну технічного стану автобронетанкової техніки [Текст] / І. К. Шаша, О. В. Іванченко, А. О. Іванченко та ін. // Системи озброєння і військова техніка : наук.-техн. журн. – 2015. – № 4. – С. 51–55.
2. Удосконалення математичної моделі зміни технічного стану автобронетанкової техніки [Текст] / І. К. Шаша, А. О. Іванченко, В. О. Темніков, І. В. Цебрюк // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України : наук.-техн. журн. – 2015. – Вип. 4 (21). – С. 138–142.
3. Говорущенко, Н. Я. Системотехника проектирования транспортных машин [Текст] : учеб. пособие / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Х. : ХНАДУ, 2004. – 208 с.
4. Системотологія на транспорті [Текст] : підручник у 5 кн. / Кн. 1. Основи теорії систем і управління / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. ; за заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2005. – 344 с.

Стаття надійшла до редакції 22.02.2017 р.

УДК 62-932.4

І. К. Шаша, С. А. Кудімов

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОБРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ

В статье рассматриваются актуальные вопросы определения закономерностей влияния характерных для подразделений Национальной гвардии Украины условий эксплуатации на эксплуатационные показатели автобронетанковой техники, от которых зависит эффективность ее служебно-боевого применения. Предложена математическая модель вероятности безотказной работы автобронетанковой техники как составной эргатической технической системы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: автобронетанковая техника, эффективность, условия эксплуатации, надежность, вероятность, критерий, модель.

UDC 62-932.4

I. K. Shasha, S. A. Kudimov

WAYS OF INCREASE OF EFFECTIVENESS OF ARMORED VEHICLES USAGE BY UNITS OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE

The paper describes the acute issues of determining the common factors of influence of specific conditions peculiar to usage by units of the National Guard of Ukraine on performance data of armored vehicles, which effectiveness of service and fighting usage depends on. A mathematical model of probability of unfailing performance of armored vehicles as an ergatic complex technical system was offered.

К e y w o r d s: armored vehicles, effectiveness, conditions of usage, fail-safety, probability, factor, model.

Шаша Ігор Костянтинович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України.

Кудімов Сергій Анатолійович – викладач кафедри експлуатації та ремонту автомобілів та бойових машин Національної академії Національної гвардії України.