



О. В. Іванченко



А. В. Ковтун



С. А. Кудімов

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЖИВУЧОСТІ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКИ

*Розглянуто поняття живучості як складової боєздатності військової техніки. Сформульовано сутність і зміст категорії “живучість” автобронетанкової техніки як складного поняття, до якого відносять надійність, міцність, стійкість, прихованість, динамічність і відновлюваність. Визначено головні атрибути живучості та її основні властивості. Запропоновано оцінювати живучість автобронетанкової техніки комплексним показником – узагальненим коефіцієнтом живучості автобронетанкової техніки. Отримано залежність, яка дозволяє оцінити рівень живучості техніки військової частини як складової боєздатності машин та визначено сутність і зміст категорії “живучість автобронетанкової техніки”.*

**Ключові слова:** озброєння та військова техніка, живучість, боєздатність, міцність, стійкість, прихованість, динамічність, відновлюваність, бойові властивості.

**Постановка проблеми.** Оснащення частин і підрозділів Національної гвардії України сучасною автобронетанковою технікою (АБТТ) забезпечує високий рівень боєздатності військ, готовності до виконання заходів із забезпечення державної безпеки. При цьому однією зі складових боєздатності АБТТ є її живучість. Підвищення живучості бойових машин є однією з найважливіших задач, що стоять перед розробниками, виробниками та фахівцями, які використовують автобронетанкову техніку. В умовах ведення бойових дій підвищення живучості бойових машин забезпечує успіх виконання поставлених завдань.

Зміни, що відбуваються у Збройних Силах України, потребують перегляду сформованих поглядів на проблему підвищення живучості АБТТ. У вирішенні цього питання основну роль відведено військовій науці, яка повинна визначити сутність і зміст категорії “живучість”, оцінити її місце в загальній системі категорій воєнного мистецтва, виробити методику розрахунку й аналізу показників живучості АБТТ.

Відомо, що зброя і військова техніка є компонентами військ, а живучість характеризує озброєння та військова техніка (ОВТ). Збройні сили протидіючих сторін застосовують наявні в

них ОВТ з метою знищення противника. В таких умовах живучість стає одним з найбільш істотних факторів, без якого процес збройної протидії перетворюється в безперешкодне знищення армій.

У зв'язку із цим живучість АБТТ слід розглядати як об'єктивно необхідну бойову властивість ОВТ, що характеризує їх здатність зберігати свою цілісність і продовжувати виконання поставлених перед ними завдань в умовах уражаючого впливу противника.

Бойові властивості військ протидіючих сторін, у тому числі й живучість, можуть бути оцінені математично і зіставлені шляхом порівняння відповідних бойових можливостей, а це, в свою чергу, дозволить на підставі сукупності отриманих показників оцінити рівень боєздатності підрозділу, частини, з'єднання як до початку бойових дій, так і в ході їх ведення.

На сьогодні є методики розрахунку вогневих і маневрових можливостей військ, чого не можна сказати щодо розрахунку ступеня живучості ОВТ. Очевидно, для того щоб розробити необхідну методику розрахунку ступеня живучості ОВТ, необхідно визначити зміст цього поняття, зіставити основні складові поняття “живучість”. На наш погляд, до них можна віднести надійність, міцність,

прихованість, динамічність (мобільність, рухливість) і відновлюваність.

Озброєння, бойова техніка, військові об'єкти повинні бути здатними протистояти впливу вражаючих факторів зброї противника, зберігати свою цілісність, тобто мати міцність. Однак під час виконання бойового завдання тільки вціліти під уражаючою дією противника недостатньо, необхідно зберегти здатність до функціонування згідно зі своїм призначенням, тобто ОВТ повинні мати певну стійкість (стійкість функціонування).

Однією зі складових живучості є *прихованість*. Досягти її в районі зосередження під час висування або на полі бою – означає уникнути вражаючої дії противника або істотно його послабити.

*Динамічність* – оперативно-тактична властивість ОВТ, що характеризує ступінь їх рухомості й здатність швидко здійснювати пересування, розгортання для бою (операції) і здійснювати маневр у ході бойових дій. Динамічність колісних і гусеничних машин залежить від їхніх розмірів, діапазону швидкостей, потужності двигунів, радіуса повороту й ширини смуги руху, керованості та інших характеристик.

Збройна боротьба пов'язана з певним ризиком і втратами ОВТ, частковою або повною втратою їх боєздатності в ході бою. Тому для успішного виконання поставленого завдання підрозділи технічного забезпечення мають бути здатними відновлювати втрачені в ході бою бойові можливості пошкоджених ОВТ до необхідного рівня, тобто ОВТ повинні мати певну відновлюваність.

Зрозуміло, пропонувані елементи живучості військ проявляються в діалектичному взаємозв'язку. Найбільш істотні з цих зв'язків необхідно чітко сформулювати для вироблення математичного показника оцінки живучості, здатного відобразити сутність цієї бойової властивості ОВТ.

Командиру важливо знати не тільки величину допустимих втрат ОВТ, за яких війська стають частково або повністю небоєздатними, а і наскільки ступінь їх живучості відповідає інтересам збереження боєздатності. Прогноз стану боєздатності військ у ході майбутніх бойових дій неможливий без об'єктивної оцінки й обліку живучості ОВТ, а також її змін під час бою. Показник боєздатності військ є похідним від показника живучості ОВТ, так само, як і від

вогневої потужності, маневреності, керованості. Тому можна стверджувати, що показник ступеня живучості ОВТ може бути визначений та інтегрований через показники надійності, міцності, динамічності, стійкості, прихованості, відновлюваності зброї та військової техніки.

Одним із варіантів використання показників живучості ОВТ для оцінювання обстановки й обґрунтування прийнятого рішення є порівняння розрахованих математичних показників живучості своїх військ і угруповань противника, що їм протистоїть. Порівняння бойових потенціалів своїх військ і противника надають істотну допомогу командирю (командувачу) в ухваленні рішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Науковою основою досліджень з оцінки рівня живучості автобронетанкової техніки є: теорія ефективності застосування озброєння та військової техніки, експлуатація автобронетанкової техніки, основи теорії надійності автобронетанкової техніки, теорія імовірностей та математична статистика. Основні залежності, які використовуються під час визначення рівня живучості військово-технічних систем, наведені у працях [1, 2].

Проте дотепер поняття живучості озброєння та військової техніки так і не визначене державними стандартами, внаслідок чого виникають різні тлумачення цієї властивості.

У праці [1] автори стверджують, що живучість ОВТ визначається як їх властивість зберігати та відновлювати свої бойові можливості в умовах дії противника. У публікації [2] живучість – це властивість системи зберігати (а по можливості – відновлювати) повністю або частково працездатний стан у різних, у тому числі й екстремальних, умовах експлуатації (непередбачених нормальними умовами експлуатації). Науковець В. В. Бабіч живучістю вважає здатність ОВТ зберігати бойові якості в умовах бою [3]. Деякі дослідники під живучістю розуміють властивість бойової машини зберігати боєздатність на полі бою та відновлювати її після закінчення дії уражаючих засобів противника [4]. У Військовому енциклопедичному словнику живучість – це властивість ОВТ зберігати боєздатність після закінчення дії уражаючих засобів противника та швидко її відновлювати [5]. У праці [6] живучістю зброї називають її здібність

витримувати визначену кількість пострілів без погіршення балістичних характеристик зброї.

Проведений аналіз найбільш уживаних визначень живучості дає змогу виділити два спільні аспекти. Сутність першого полягає у тому, що “живучість – властивість ОВТ зберігати та відновлювати”. А що “зберігати та відновлювати”, у визначеннях цього поняття різні відповіді:

- бойові властивості;
- бойові можливості;
- боєздатність;
- працездатність та ін.

Другий аспект – живучість визначається в умовах дії уражаючих засобів противника. Проте відомо, що говорити про живучість ОВТ у разі дії на них уражаючих засобів противника, не визначивши ці засоби, неможливо.

Крім того, із поданих вище визначень випливає, що живучість є комплексною властивістю, але в зазначених наукових працях, крім публікації [3], не наведено властивостей ОВТ, що входять до комплексної властивості – живучості.

Разом із цим у відомих працях не наведено комплексних показників живучості ОВТ та даних щодо узагальненої оцінки існуючого рівня живучості АБТТ і визначення потрібного рівня живучості перспективних машин.

**Мета статті** – отримати залежності для оцінювання рівня живучості автобронетанкової техніки під час виконання завдань та визначити вплив на неї окремих властивостей.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз властивості “живучість ОВТ” дає можливість запропонувати таке визначення цього поняття.

*Живучість ОВТ* – це комплексна властивість ОВТ зберігати за часом (пробігом, напрацюванням) значення показників боєздатності (навіть з можливим зниженням величини цих показників нижче встановлених меж) у визначених умовах бойового впливу противника (й аварійних ситуаціях) та відновлювати їх після закінчення (ремонтувати під час) уражаючого впливу противника.

*Головними атрибутами живучості можна вважати:*

а) здатність зберігати за часом (пробігом, напрацюванням) значення певних показників боєздатності (цей фактор вказує на те, що живучість є властивістю ОВТ, яка зорієнтована на кінцевий період її використання);

б) здатність зберігати значення показників боєздатності з можливим зниженням величини цих показників нижче встановлених меж;

в) здатність зберігати значення показників боєздатності тільки у визначених умовах бойового впливу противника;

г) здатність відновлювати значення показників боєздатності після закінчення бойового впливу противника.

*Основні властивості живучості:*

– вона залежить від великої кількості факторів, багато з яких є випадковими;

– її важко визначити єдиним кількісним показником;

– значення показників живучості важко виміряти, оскільки для цього потрібний великий обсяг статистичного матеріалу;

– вона перебуває у суперечності з іншими властивостями ОВТ (економічністю, вартістю);

– живучість є складною комплексною властивістю, до цього часу не повністю сформованою.

До комплексної властивості – живучості – входять такі властивості ОВТ: надійність, захищеність, динамічність, стійкість, прихованість, автономність, відновлюваність та ін.

*Надійність ОВТ* – це їх властивість зберігати за часом і встановленими межами значення усіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції у заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування [6].

Надійність техніки оцінюється: ймовірністю безвідмовної роботи; середнім наробітком до відмови; середнім наробітком на відмову; інтенсивністю відмов; параметром потоку відмов; середнім часом відновлення; середньою працездатністю технічного обслуговування або ремонту; середнім ресурсом; середнім строком збереженості; гама-процентним строком збереженості; інтенсивністю відмов у процесі зберігання тощо.

*Захищеність* – властивість, що характеризує здатність машини протистояти вражаючому впливу вогневих засобів противника.

*Показниками динамічності* є швидкість руху машин, потужність двигунів, час на розгортання для бою, бойового застосування і згортання після виконання завдання та ін.

*Показники стійкості до зовнішніх впливів* характеризують здатність виробу зберігати працездатність під час природних і спеціальних зовнішніх впливів.

*Прихованість* – властивість ОВТ, що полягає в усуненні або ослабленні ознак розроблення, наявності та розташування

відповідних об'єктів, виду техніки, озброєння і військ. Вона досягається застосуванням штучних масок і маскувальних комплектів; використанням природних укриттів, погодних умов, пори року і доби; розп'ятненням місцевості, зниженням оптичної, теплової, акустичної та радіолокаційної помітності шляхом застосування аерозолів, теплоізоляційних покриттів і конструкцій, створення радіолокаційних і звукових полів.

Показники прихованості характеризують пристосованість ОБТ до приховання своєї дислокації, призначення, складу структури і параметрів (імовірність виявлення машини, середній час виявлення, рівень демаскуючих випромінювань і т. ін.).

*Відновлення озброєння і техніки* – це комплекс організаційно-технічних заходів (робіт), спрямованих на приведення несправних зразків озброєння і техніки в готовність до використання (бойового застосування) і повернення їх до строю. Воно включає технічну розвідку, евакуацію, ремонт, повернення до строю відремонтованих (евакуйованих), а також передачу невідновлювальних у з'єднанні (частинах, підрозділах) озброєння і техніки силами та засобам старшого начальника.

Ремонт озброєння і техніки охоплює комплекс робіт з відновлення справності, працездатності, а також ресурсу зразка озброєння і техніки або його складових частин.

У ході бойових дій ремонт озброєння і техніки допускається проводити в скороченому обсязі з виконанням тільки тих робіт, які дозволяють використовувати зразки за прямим призначенням, але з обов'язковим завершенням інших робіт після виконання бойового завдання [7].

Поняття бойового пошкодження є одним із фундаментальних у теорії живучості АБТТ і являє собою подію, пов'язану з порушенням боєздатності машини. Наявність даних про бойові пошкодження машин розкриває можливість їх систематизації, встановлення їх причин і розроблення заходів щодо їх усунення, а також методів прогнозування живучості АБТТ. На відміну від експлуатаційних відмов бойові пошкодження машин виникають як події, яких не очікують.

З урахуванням розглянутих властивостей та того факту, що умови бойового застосування АБТТ мають випадковий характер та ймовірнісні характеристики дорожніх умов, швидкостей і режиму руху, протидії

противника тощо, пропонується оцінювати живучість машин комплексним показником – узагальненим коефіцієнтом живучості АБТТ, який визначається таким чином:

$$K_{\text{Ж}} = K_{\text{ОГ}} \cdot P_3 \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Ск}} \cdot P_{\text{В}}, \quad (1)$$

де  $K_{\text{ОГ}}$  – коефіцієнт оперативної готовності АБТТ до виконання завдання;

$P_3$  – імовірність невраження машини у разі застосування противником визначеного вражаючого засобу;

$K_{\text{Д}}$  – коефіцієнт динамічності виконання завдання;

$K_{\text{Ск}}$  – коефіцієнт прихованості застосування АБТТ під час виконання завдання;

$P_{\text{В}}$  – імовірність відновлення боєздатного стану машини після виникнення бойового пошкодження.

Розглянемо основні складові виразу (1).

1. Коефіцієнт оперативної готовності  $K_{\text{ОГ}}$  – імовірність того, що машина виявиться у працездатному стані у будь-який момент часу, крім запланованих періодів, коли використання машини за призначенням не передбачається, і, починаючи з цього моменту, буде працювати безвідмовно протягом заданого періоду [2].

Коефіцієнт оперативної готовності характеризує такі властивості надійності машин, як безвідмовність та ремонтпридатність, необхідність використання яких з'являється в довільний момент часу, після чого вимагається певна безвідмовна робота.

Вираз для визначення коефіцієнта оперативної готовності машин має такий вигляд [2]:

$$K_{\text{ОГ}}(t) = K_{\text{Г}} \cdot P(t) = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{В}}} e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad (2)$$

де  $K_{\text{Г}}$  – коефіцієнт готовності (імовірність застати машину у боєздатному стані в будь-який момент часу);

$P(t)$  – імовірність безвідмовної роботи машини за час  $t$ ;

$T_0$  – середній час безвідмовної роботи машин;

$T_{\text{В}}$  – середній час відновлення машин після експлуатаційних відмов.

2. Імовірність невраження машини у разі застосування противником визначеного вражаючого засобу  $P_3$  залежить від: готовності екіпажа до виконання поставленого завдання, прихованості пересування; часу знаходження під вогнем противника тощо:

$$P_3 = 1 - P_{ур}. \quad (3)$$

Імовірність ураження  $P_{ур}$  машини з урахуванням часу її знаходження під вогнем противника і моменту її виявлення можна визначити за допомогою виразу [8]

$$P_{ур} = 1 - \frac{1}{p \cdot \lambda \cdot t} [1 - e^{-p \cdot \lambda \cdot t}], \quad (4)$$

де  $\lambda$  – кількість пострілів по цілі за час  $t = t^* - T$ ;  
 $t^*$  – час знаходження машини в зоні обстрілу;  
 $T$  – момент часу виявлення машини;  
 $p$  – імовірність влучення в машину.  
 3. Коефіцієнт динамічності  $K_d$  визначається виразом

$$K_d = \frac{V_i}{V_{\max}}, \quad (5)$$

де  $V$  – значення величини поточної швидкості руху машини, км/год;

$V_{\max}$  – значення величини максимально можливої швидкості руху машини, км/год.

4. Коефіцієнт прихованості застосування АБТТ під час виконання завдання  $K_{ск}$ :

$$K_{ск} = 1 - P_{вр}, \quad (6)$$

де  $P_{вр}$  – імовірність виявлення машини засобами розвідки противника.

5. Імовірність відновлення боєздатного стану машини після виникнення бойового пошкодження – це ймовірність того, що машина буде відновлена після відмови за певний час і за певних умов ремонту, тобто

$$P(\tau) = P_p \{t_B \leq \tau\}, \quad (7)$$

де  $t_B$  – випадковий час відновлення машини;  
 $\tau$  – заданий час відновлення.

Імовірність  $P(\tau)$  становить за своїм математичним змістом функцію розподілу або інтегральний закон розподілу часу відновлення:

$$P_p(\tau) = \int_0^{\tau} f(t_B) dt_B, \quad (8)$$

де  $f(t)$  – щільність розподілу часу відновлення.

Якщо  $f(t_B) = \mu \cdot e^{-\mu t_B}$ , то

$$P_B(\tau) = 1 - e^{-\mu \tau}, \quad (9)$$

де  $\mu$  – інтенсивність відновлення відмов машини, що становить кількість відновлень, виконаних за одиницю часу.

Таким чином, за допомогою залежностей (1)–(9) можна визначити узагальнений

коефіцієнт живучості АБТТ та прогнозувати живучість машин на період проведення операції (бою).

### Висновки

1. Отримано залежність, яка дає змогу оцінити рівень живучості АБТТ військової частини як складової боєздатності машин.

2. Визначення сутності та змісту категорії “живучість АБТТ”, її місця і ролі серед інших категорій воєнного мистецтва, вироблення єдиного розуміння в цих питаннях відповідають інтересам як подальшого розвитку військової науки, так і вирішенню практичних завдань, що стоять перед військами. Вивчено поняття живучості як одного з бойових якостей ОВТ, виявлено її взаємозв'язки і взаємозалежності з іншими якостями, що дозволяє створити математичний апарат її оцінки і прогнозування. Це, в свою чергу, дає можливість будувати математичну модель майбутнього бою (операції), яка буде максимально відповідати реальним процесам збройної боротьби, що і буде перспективним напрямком подальших досліджень.

### Перелік джерел посилання

1. Волков Е. Б., Дворкин В. З., Прокудин А. И. Технические основы эффективности ракетных систем. Москва : Машиностроение, 1989. 256 с.
2. Харченко В. С., Батуков А. П., Лисенко І. В. Теорія надійності та живучості елементів і систем літальних комплексів. Харків : ХВУ, 1997. 403 с.
3. Бабич В. В. О живучести как категории военного искусства. *Военная мысль*. 1993. № 5. С. 41–44.
4. Теория и конструкция танка / под общ. ред. П. П. Исакова. Москва : Машиностроение, 1982. Т. 1. 287 с.
5. Военный энциклопедический словарь. Москва : ВИ, 1986. 861 с.
6. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1994-12-28]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 36 с.
7. Ахметов Р. Р. Основы материально-технического обеспечения войск : учеб. пособие. Омск : СибАДИ, 2011. 152 с.
8. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей. Москва : Наука, 1973. 368 с.

*Стаття надійшла до редакції 07.08.2020 р.*

УДК 629.076:623.426

О. В. Иванченко, А. В. Ковтун, С. А. Кудимов

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ЖИВУЧЕСТИ АВТОБРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Рассмотрено понятие живучести как составляющей боеспособности военной техники. Сформулированы сущность и содержание категории “живучесть” как сложного понятия, к которому относят надежность, прочность, устойчивость, скрытность, динамичность и восстанавливаемость. Определены главные атрибуты живучести и ее основные свойства.*

*Получена зависимость, которая позволяет оценить уровень живучести автобронетанковой техники воинской части как составляющей боеспособности машин и определены сущность и содержание категории “живучесть автобронетанковой техники”.*

**Ключевые слова:** вооружение и военная техника, живучесть, боеспособность, прочность, устойчивость, скрытность, динамичность (мобильность, подвижность), восстанавливаемость, боевые свойства.

UDC 629.076:623.426

O. Ivanchenko, A. Kovtun, S. Kudimov

### **DETERMINATION OF THE INDICATOR OF SURVIVABILITY OF ARMORED VEHICLES DURING THE PERFORMANCE OF TASKS TO PROVIDE STATE SECURITY**

*In the article the concept of survivability as a component of combat capability of military equipment is considered. In the conditions of conducting combat operations, increase of survivability of fighting vehicles provides success of performance of the assigned tasks. The essence and content of the category “survivability” are defined as a complex concept which includes reliability, durability, stability, secrecy, dynamism and recoverability. Its place in the general system of categories of military art is estimated, the analysis of indicators of survivability of automobile and armored vehicles is carried out.*

*An analysis of recent research and publications has been conducted and the theory of the effectiveness of weapons and military equipment, operation of armored vehicles, the basics of the theory of reliability of armored vehicles, probability theory and mathematical statistics as a scientific basis for assessing the level of survivability of armored vehicles have been determined.*

*The main attributes of survivability and its main properties are defined. Conditions of combat use of automobile and armored vehicles are random and have probabilistic characteristics of road conditions, speed and mode of movement, enemy counteraction, etc. Taking into account the considered properties it is offered to estimate survivability of cars by a complex indicator - the generalized coefficient of survivability of automobile and armored vehicles. The obtained dependence, which allows assessing the level of survivability of the armored vehicles of the military unit, as a component of the combat capability of vehicles and determined the essence and content of the category “survivability of automotive and armored vehicles”, its place and role among other categories of military art, a common understanding has been adopted in these issues, which are in the interests of both the further development of military science and the solution of practical problems facing troops.*

**Keywords:** *armament and military equipment, survivability, combat capability, strength, stability, secrecy, dynamism (mobility, manoeuvring), resilience, combat characteristics.*

**Іванченко Олег Васильович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автобронетанкової техніки Національної академії Національної гвардії України  
<http://orcid.org/0002-0002-4973-0501>

**Ковтун Анатолій Васильович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри оперативного та логістичного забезпечення Національної академії Національної гвардії України  
<http://orcid.org/0000-0002-8427-1005>

**Кудімов Сергій Анатолійович** – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України  
<http://orcid.org/0000-0002-7772-7115>