

КОВТУН АНАТОЛІЙ

Національна академія Національної гвардії України

<https://orcid.org/0000-0002-8427-1005>e-mail: KAV-60@ukr.net

КУПІН СЕРГІЙ

Національна академія Національної гвардії України

<https://orcid.org/0009-0001-0807-1503>e-mail: ekotonkupin@gmail.com

ЯРМОЛЮК ВАДИМ

Військова академія (м. Одеса)

<https://orcid.org/0000-0002-7532-8583>e-mail: nick_136@ukr.net

СУХОРУКОВ ВОЛОДИМИР

Військова академія (м. Одеса)

<https://orcid.org/0000-0001-6773-9780>e-mail: nick_136@ukr.net

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРСУВАННЯ ВОДНОЇ ПЕРЕШКОДИ БРОНЕТРАНСПОРТЕРАМИ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

В роботі обґрунтована актуальність вирішення задачі з визначення показника ефективності використання броньованих колісних машин при проведенні заходів з форсування водних перешкод під час ведення бойових дій, з урахуванням того, що бойові машини при виконанні завдань за призначенням, можуть отримувати пошкодження різного виду від зброї противника. Для визначення ефективності виконання завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій запропоновано використовувати новий коефіцієнт ефективності виконання бойового завдання, що складається з коефіцієнтів результативності, оперативності та ресурсозабезпечення виконання завдання. В роботі запропонована математична модель визначення показника ефективності форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій при наявності в них бойових пошкоджень. Наведені залежності для оцінювання ефективності виконання завдань з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій при наявності в них бойових пошкоджень, дозволяють визначити вплив на показник ефективності різних складових та намітити шляхи забезпечення заданих вимог до сучасних зразків плаваючих машин.

Ключові слова: ефективність, показник, бронетранспортер, форсування.

KOVTUN ANATOLII, KUPIN SERHII

National Academy of the National Guard of Ukraine

YARMOLIUK VADYM, SUKHORUKOV VOLODYMYR

Military Academy (Odesa)

JUSTIFICATION OF THE EFFICIENCY INDICATOR OF FORCING A WATER OBSTACLE BY ARMORED TRANSPORTERS DURING COMBAT ACTIONS

The work substantiates the relevance of solving the problem of determining the efficiency indicator of the use of armored wheeled vehicles when carrying out measures to overcome water obstacles during hostilities, taking into account the fact that combat vehicles may receive various types of damage from the enemy's weapons when performing their assigned tasks. To determine the effectiveness of the forcing task of water obstacles by armored personnel carriers during the conduct of hostilities, it is proposed to use a new coefficient of effectiveness of the execution of the combat task, which consists of the coefficients of effectiveness, efficiency and resource provision of the execution of the task. The paper proposes a mathematical model for determining the efficiency indicator of forcing through a water obstacle by armored personnel carriers during combat operations actions if they have combat damage. An armored personnel carrier has stability on water if the metacenter lies above its center of mass. If the total flow of water entering due to damage to the body of the armored personnel carrier is less than or equal to the total productivity of the means of water pumping, then the time of movement of the armored personnel carrier and the distance that it passes in a damaged state, not limited, and the car will reach the shore. If the total flow of water is greater than the productivity of the means of water pumping, then there will be a gradual accumulation of water in the body of the armored personnel carrier. As the water accumulates, the static pressure and the total flow of water due to damage will increase, and the speed of the armored personnel carrier will decrease, the time for forcing the water obstacle will increase. The given dependencies for evaluating the effectiveness of the tasks of forcing the water obstacle by armored personnel carriers during hostilities in the presence of combat damage, allow to determine the influence on the efficiency index of various components and outline the ways to meet the specified requirements for modern models of floating vehicles. The work gives examples of calculations using a mathematical model for determining the efficiency indicator of forcing through a water obstacle by armored personnel carriers during combat operations in the presence of combat damage.

Key words: efficiency, indicator, armored personnel carrier, forcing.

Постановка проблеми

Однією з головних складових військових операцій, що проводяться під час ведення бойових дій, є форсування водних перешкод. У перші тижні російсько-української війни інженерні підрозділи Збройних Сил України зруйнували понад 150 мостів, щоб змусити агресора, який вторгся на територію України, вирішувати цю складну задачу [1].

При плануванні та веденні наступальних дій Збройних Сил України, також особлива увага

приділяється форсуванню водних перешкод. Форсування – це спосіб подолання наступаючими військами, водної перешкоди, протилежний берег якої обороняється противником [2].

На території України існує велика кількість річок шириною (50-100) м, що зустрічаються через (30-50) км. Військові частини за добу в наступі можуть зустріти від 5 до 20 водних перешкод. При чому, 20% з них, мають ширину більше 20 м і потребують для їх подолання обладнання спеціальних переправ [3]. Це дозволяє стверджувати, що підготовка до форсування водних перешкод займає значне місце при пересуванні військ.

Для форсування водних перешкод використовуються плаваючі бойові машини, в тому числі, бронетранспортери. Бронетранспортер (БТР) — бойова броньована колісна машина підвищеної прохідності, призначена для транспортування десанту зі складу механізованих підрозділів на полі бою, ведення ним вогню з машини та вогневої підтримки десанту в період та після спливання. Бронетранспортери використовуються також для ведення розвідки, патрулювання, охорони та оборони опорних пунктів, а спеціально обладнані БТР — для доставки на поле бою зброї, боєприпасів, інших військових вантажів, а також евакуації поранених [4, 5].

До керування бойовими машинами, при форсуванні водних перешкод, допускаються механіки-водії, які [6, 7]:

- відпрацювали початкові вправи з керування бойовою машиною, засвоїли техніку подолання перешкод на місцевості, мають достатню практику водіння на суші;
- знають обсяг і правила підготовки бойових машин до подолання водних перешкод і отримали практику у виконанні цих робіт;
- засвоїли прийоми та дії, що необхідні для вмілого керування бойовою машиною під час водіння на плаву.

До складу десанту під час подолання водних перешкод допускаються військовослужбовці, що добре знають заходи безпеки, вміють плавати та діяти в аварійних випадках. Практичні заняття з навчання особового складу екіпажів бойових машин подоланню водних перешкод у підрозділах організують і проводять командири підрозділів, а підготовку рятувально-евакуаційних груп – спеціалісти інженерної служби.

Способи форсування водних перешкод на БТР поділяються на форсування з плановою підготовкою та форсування з ходу [2].

Форсування з плановою підготовкою проводиться в тих випадках, коли війська до початку наступу знаходились в безпосередньому зіткненні з противником у водній перешкоді, або коли форсування водної перешкоди з ходу не вдалося.

Підготовка плаваючих бойових машин з плановою підготовкою до подолання водної перешкоди складається з попередньої та заключної. Обсяг робіт залежить від конструктивних особливостей машини і виконується згідно з рекомендаціями інструкцій з експлуатації матеріальної частини або технічних описів. Попередня підготовка проводиться під час зупинок на марші або у вихідному районі (рис.1), заключна – безпосередньо перед входом у воду (рис. 2).



Рис. 1. Попередня підготовка плаваючих бойових машин до подолання водної перешкоди

Плаваючі бойові машини, перед форсуванням водних перешкод повинні перевірятись “замочкою” у воді. Під час проведення “замочки” виявляються такі недоліки в герметизації, як порушення ущільнень у лучках днища, перекося кормових дверей або втрата еластичності гумових ущільнень карданів. Перевірка герметичності “замочкою” проводиться в такій послідовності. У машині, що повністю підготовлена до руху на плаву, займає своє місце механік-водій у рятувальному жилеті. Для страхування до машини причіпляють трос тягача.

Після цього механік-водій направляє машину у воду і зупиняє її, коли вона ще знаходиться на ґрунті, на 2-3 хв. Якщо виявиться, що вода у машину не проникає, то за командою командира рух продовжується. Друга зупинка на 3-5 хв робиться після спливання машини, де механік-водій знову переглядає місця проникнення води в машину. Потім машина виходить (евакуюється) на берег.



Рис. 2. Заключна підготовка плаваючих бойових машин до подолання водної перешкоди

Форсування з ходу являється основним способом подолання водних перешкод й здійснюється у ході розвитку наступу або переслідування противника [2, 6].

При цьому, бойові машини при виконанні завдань за призначенням, можуть отримувати пошкодження різного виду від зброї противника. Тому рішення задач, пов'язаних з пошуком нових способів підвищення ефективності бойового застосування бронетранспортерів, в тому числі, при подоланні водних перешкод, є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Науковою основою досліджень оцінки рівня ефективності бойового застосування БТР є: теорія ефективності застосування бойової техніки, технічна експлуатація бронетанкової техніки, теорія надійності бронетанкової техніки, математична статистика та теорія ймовірностей [8–12]. Основні залежності, які використовуються при визначенні рівня ефективності застосування бойових систем, наведені в роботі [8, 9]. Методика оцінки ефективності перевезень військовими колонами наведена в роботі [10]. В роботах [11, 12] наведена методика визначення ефективності використання автобронетанкової техніки підрозділами НГУ для охорони громадського порядку.

Розрахунок плавучості та статичної стійкості бронетранспортера БТР-4Е, наведений в роботі [13]. В роботі [14] наведена математична модель процесу подолання водної перешкоди плаваючою машиною з бойовими пошкодженнями.

Але, незважаючи на наявну теоретичну базу, працездатних розрахункових методик визначення ефективності можливості подолання водної перешкоди плаваючою машиною з бойовими пошкодженнями, якими можна було б користуватися в практичній діяльності, поки немає. У відомих роботах не наведені показники ефективності форсування водної перешкоди бронетранспортерами, при наявності бойових пошкоджень, під час виконанні завдань за призначенням з форсуванням водних перешкод.

Мета статті – обґрунтувати показник ефективності форсування водної перешкоди бронетранспортерами при наявності бойових пошкоджень під час ведення бойових дій.

Виклад основного матеріалу

Плаваючими називають бойові машини, які здатні долати водні перешкоди на плаву. Плаваючі бойові машини можуть самостійно рухатися, триматися, маневрувати на воді, а також входити у воду та виходити з неї. Плаваючі машини забезпечують основні водохідні властивості, до яких відносять: остійність, плавучість, рухливість та маневреність на воді [4, 6, 7].

Здатність входити у воду та виходити з води є принциповою відмінністю плаваючих машин від інших водохідних засобів.

Сучасні можливості військ щодо подолання водних перешкод значно підвищились внаслідок їх оснащення плаваючою бойовою технікою. Механізовані військові частини мають на озброєнні бойові машини (БМП, БТР), що плавають. У військах є понтонні мости, призначені для переправи важкої бойової техніки. Танки можуть також переправлятися під водою.

Знання характеристик водних перешкод, прилеглої до них місцевості та характеристик бойової техніки, дають можливість командирів, в ході виконання бойового завдання, прийняти рішення на організацію форсування водної перешкоди з максимальною ефективністю.

Для визначення ефективності виконання завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій, пропонується використовувати коефіцієнт ефективності виконання завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортерами $K_{\text{еф.форс.}}$, який визначимо за допомогою виразу:

$$K_{\text{еф.форс.}} = K_{\text{рез.форс.}} \cdot K_{\text{опер.форс.}}(t) \cdot K_{\text{рес.заб.}}(C), \quad (1)$$

де $K_{\text{рез.форс.}}$ – коефіцієнт результативності виконання завдань з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій;

$K_{\text{опер.форс.}}(t)$ – коефіцієнт оперативності виконання завдань з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій;

$K_{\text{рес.заб.}}$ – коефіцієнт ресурсозабезпечення виконання завдань з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій.

Коефіцієнт результативності виконання завдань з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій $K_{рез.форс.}$ – ймовірність того, що завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій буде виконано:

$$K_{рез.форс.} = K_{ОГ} \cdot K_{ПВП} \cdot P_{ППП}, \quad (2)$$

де $K_{ОГ}$ – коефіцієнт оперативної готовності бронетранспортера до руху;

$K_{ПВП}$ – коефіцієнт технічної готовності бронетранспортера до подолання водної перешкоди;

$P_{ППП}$ – ймовірність подолання протидії противника при форсуванні водної перешкоди.

Коефіцієнт оперативної готовності бронетранспортера до руху – ймовірність того, що бронетранспортер виявиться в боєздатному стані у будь-який момент часу, t , починаючи з цього моменту часу, буде безвідмовно працювати протягом заданого періоду [14]:

$$K_{ОГ}(t) = \frac{T_0}{T_0 + T_B} e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad (3)$$

де T_0 – середній час безвідмовної роботи бронетранспортера, год.;

T_B – середній час відновлення бронетранспортера після пошкодження, год.;

t – час використання бронетранспортера, год.

Середній час відновлення боєздатного стану бронетранспортера - математичне сподівання часу відновлення, характеризує середній час вимушеного простою, викликаного пошуком і усуненням наслідків відмови.

Статистично T_B можна визначити, знаючи кількість відмов бронетранспортера n за даний період використання його за призначенням і час, витрачений на відновлення бронетранспортера після кожної відмови $t_{B1}, t_{B2}, \dots, t_{Bn}$:

$$T_B^* = \frac{\sum_{i=1}^n t_{Bi}}{n}. \quad (4)$$

де t_{Bi} - час, витрачений на виявлення й усунення відмови бронетранспортера, год.;

n – кількість відмов бронетранспортера, од.

Значення коефіцієнту технічної готовності бронетранспортера до подолання водної перешкоди $K_{ПВП}$ може бути визначено наступним чином:

$$K_{ПВП} = 1 - e^{-\mu\tau}, \quad (5)$$

де μ – інтенсивність проведення підготовки бронетранспортера до подолання водної перешкоди, 1/год.;

τ – час підготовки бронетранспортера до подолання водної перешкоди, год.

Ймовірність подолання протидії противника при форсуванні водної перешкоди бронетранспортером $P_{ППП}$ залежить від:

- рівня підготовки механіків – водіїв;
- готовності особового складу до відбиття нападу противника;
- скритності пересування;
- часу знаходження машини під вогнем противника та інших факторів.

Ймовірність ураження $P_{ур}$ бронетранспортера, з урахуванням моменту його виявлення та часу його знаходження під вогнем противника, визначається виразом [12]:

$$P_{ур} = 1 - \frac{1}{p \cdot \lambda \cdot t} \left[1 - e^{-p \cdot \lambda \cdot t} \right], \quad (6)$$

де λ – щільність обстрілу бронетранспортера за одиницю часу, од/год.;

$t = t^* - T$, год.;

t^* – час знаходження бронетранспортера в зоні обстрілу, год.;

T – момент виявлення бронетранспортера, год.;

p – імовірність попадання в бронетранспортер.

Ймовірність уникнення втрат бронетранспортерів при обстрілі противником визначається виразом:

$$P_{ППП} = 1 - P_{ур}. \quad (7)$$

Коефіцієнт оперативності виконання завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій, можна визначити за допомогою виразу:

$$K_{опер.}(t) = 1, \text{ при } t_\phi \leq \tau_3 \quad (8)$$

$$K_{опер.}(t) = 1 - e^{-\frac{t_3}{t}}, \text{ при } t_\phi > \tau_3 \quad (9)$$

$$t = t_\phi - \tau_3$$

де t_ϕ – випадковий час форсування водної перешкоди, год.;

τ_3 - заданий час форсування водної перешкоди, год.

Час форсування водної перешкоди t_ϕ залежить від швидкості руху бронетранспортера на воді. Швидкість руху бронетранспортера на воді, в зв'язку з накопиченням води в корпусі, обчислюється за формулою [14]:

$$V_{звв} = V_{БТР} \cdot (1 - d \cdot (\frac{W_{нак.вод}}{W_{ОВ}})^2), \quad (10)$$

де $V_{БТР}$ - швидкість руху БТР на воді без пошкоджень, км/год;

$W_{нак.вод}$ - обсяг води, що накопичується в корпусі при русі, м³;

W_{OB} - об'ємна водотоннажність бронетранспортера, м³.

δ - емпіричний коефіцієнт, що характеризує вплив накопиченої в корпусі води на швидкість руху бронетранспортера (11-13) [14].

Сила, що рухає на плаву БТР, утворюється водохідним рушієм.

Математична модель процесу руху на плаву бойової машини при потраплянні води в корпус через бойові пошкодження, базується на рівнянні не потопляємості об'єкта [7]:

$$k_{\partial зп} = \delta \cdot n_{сзп} \geq t_{ПВ} \cdot (Q_{потр} - Q_{відкач}) \quad (11)$$

де $k_{\partial зп}$ - запас плавучості динамічний, м³;

$n_{сзп}$ - запас плавучості статичний, м³;

δ - емпіричний коефіцієнт, що регламентує гранично допустиму кількість води в корпусі БТР за умовою збереження остійності (0,7 – 0,9);

$t_{ПВ}$ - час протягом якого в БТР потрапляла забортна вода, с;

$Q_{потр}$ - сумарна кількість води, що потрапляє через пробойну всередину БТР в одиницю часу, м³/с;

$Q_{відкач}$ - сумарна продуктивність засобів відкачування води з корпусу БТР, м³/с.

Сумарна кількість води, що надходить через пошкодження в корпус БТР, визначається за формулою:

$$Q_{потр} = \mu \cdot F_{пошк} \cdot \sqrt{2g \cdot h} \quad (12)$$

μ - коефіцієнт витрати, що залежить від форми ушкодження (для бойових пошкоджень БТР дорівнює (0,6-0,65)) [8];

$F_{пошк}$ - сумарна площа пошкоджень корпусу машини, м²;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

h - сумарний напір, під яким в корпус машини надходить вода, м.

Запасом плавучості називають кількість води, яку бронетранспортер може прийняти в корпус, зберігаючи при цьому можливість до руху.

При зануренні машини у воду на бронетранспортер діє сила плавучості Q [4]:

$$Q = \gamma \cdot W_{OB}, \quad (13)$$

де γ - об'ємна вага води, н/м³;

Сила плавучості, що діє на бронетранспортер, прикладається у центрі ваги об'єму води (точка Р на рис. 3).

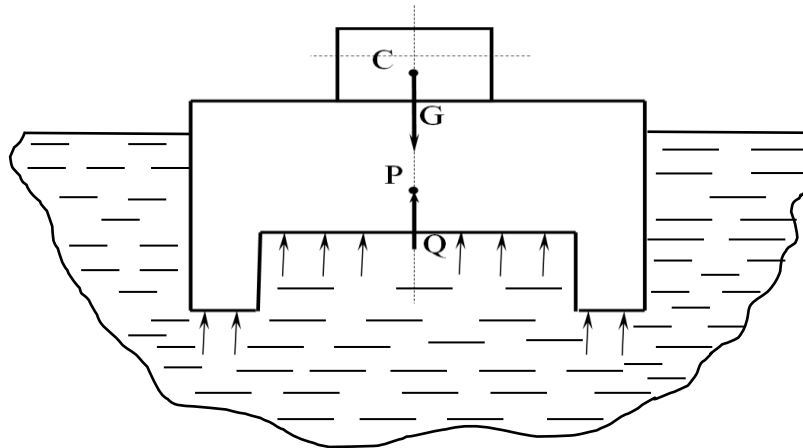


Рис. 3. Схема сил, що діють на бронетранспортер на воді

Сила ваги бронетранспортера врівноважується силою плавучості $Q = G$ (перша умова плавучості), яка прикладається в центрі ваги (точка С). Сили та моменти що діють на бронетранспортер на воді, наведені на рис. 4.

Другою умовою плавучості бронетранспортера є умова, що лінії дії сили ваги та сили плавучості повинні співпадати. Бронетранспортер буде знаходитися у рівновазі, якщо його сила ваги та сила плавучості розташовані на одній лінії (вертикалі). Якщо до плаваючої машини прикласти збурюючий момент M (рис. 4), то машина повернеться та займе деяке нове положення.

При цьому зміниться форма підводної частини бронетранспортера, центр водотонажності зміститься на величину r від лінії дії сили G . Якщо припинити дію збурюючого моменту M , то під дією відновлюваного моменту $M = Q r$, бронетранспортер повернеться в положення рівноваги. Ця здатність бронетранспортера називається остійністю. Точка перетину вертикальної вісі бронетранспортера з лінією дії сили плавучості називається метацентром (точка m на рис.4). Бронетранспортер має стійкість, якщо метацентр лежить вище його центру мас.

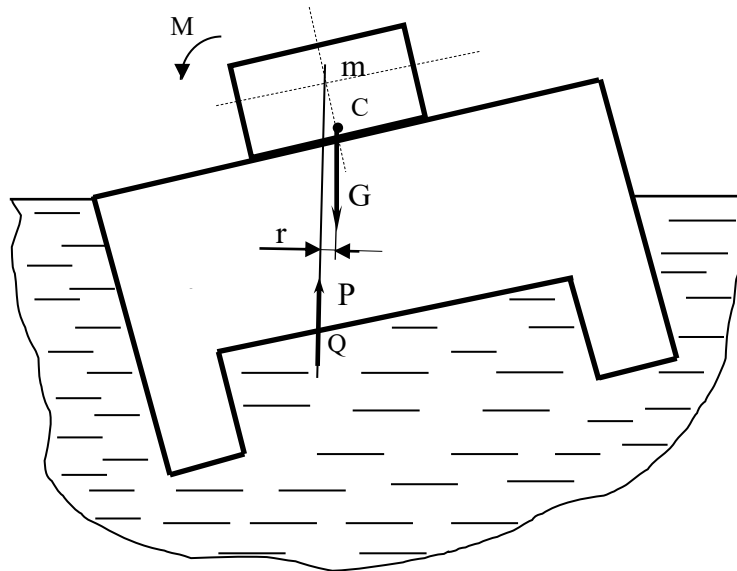


Рис. 4. Схема сил та моментів, що діють на бронетранспортер на воді

Якщо сумарна витрата води, що надходить через пошкодження в корпус БТР, менша або дорівнює сумарній продуктивності засобів водовідкачування $Q_{\text{відкач}}$, то час руху бронетранспортера і відстань, яку він проходить в пошкодженому стані, не обмежені, і машина досягне берега. Якщо сумарна витрата води більше продуктивності засобів водовідкачування, то буде відбуватися поступове накопичення води в корпусі БТР. В міру накопичення води будуть збільшуватися статичний напір і сумарна витрата води через пошкодження, а швидкість руху бронетранспортера буде зменшуватися, час форсування водної перешкоди буде збільшуватися.

Коефіцієнт ресурсозабезпечення форсування водної перешкоди визначається виразом:

$$K_{\text{рес.заб.}}(C) = 1, \text{ при } C_{\text{витр.}} \leq C_{\text{запл.}}, \quad (14)$$

$$K_{\text{рес.заб.}}(C) = 1 - e^{-\frac{C_{\text{запл.}}}{C}}, \text{ при } C_{\text{витр.}} > C_{\text{запл.}}, \quad (15)$$

$$C = C_{\text{витр.}} - C_{\text{запл.}}$$

де $C_{\text{запл.}}$ – заплановані ресурси на форсування водної перешкоди;

$C_{\text{витр.}}$ – реально витрачені ресурси на форсування водної перешкоди.

Приклад розрахунку

1. Визначимо коефіцієнт ефективності виконання завдання з форсування водної перешкоди на БТР $K_{\text{еф.форс.}}$, якщо коефіцієнт оперативної готовності бронетранспортера до руху $K_{\text{ОР}} = 1$; коефіцієнт технічної готовності бронетранспортера до подолання водної перешкоди $K_{\text{ПВП}} = 1$; ймовірність подолання протидії противника при форсуванні водної перешкоди $P_{\text{ППП}} = 0,9$; коефіцієнт оперативності виконання завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортером $K_{\text{опер.}}(t) = 1$, коефіцієнт ресурсозабезпечення форсування водної перешкоди $K_{\text{рес.заб.}}(C) = 0,95$.

За допомогою формул (1-15), визначимо:

$$K_{\text{еф.форс.}} = K_{\text{рез.форс.}} \cdot K_{\text{опер.форс.}}(t) \cdot K_{\text{рес.заб.}}(C) = K_{\text{ОР}} \cdot K_{\text{ПВП}} \cdot P_{\text{ППП}} \cdot K_{\text{опер.форс.}}(t) \cdot K_{\text{рес.заб.}}$$

$$K_{\text{еф.форс.}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,95 = 0,855.$$

2. Визначимо коефіцієнт ефективності виконання завдання з форсування водної перешкоди на БТР $K_{\text{еф.форс.}}$, при виникненні бойових пошкоджень бронетранспортера, якщо коефіцієнт оперативної готовності бронетранспортера до руху $K_{\text{ОР}} = 1$; коефіцієнт технічної готовності бронетранспортера до подолання водної перешкоди $K_{\text{ПВП}} = 1$; ймовірність подолання протидії противника при форсуванні водної перешкоди $P_{\text{ППП}} = 0,5$; коефіцієнт оперативності виконання завдання з форсування водної перешкоди бронетранспортером $K_{\text{опер.}}(t) = 0,4$, коефіцієнт ресурсозабезпечення форсування водної перешкоди $K_{\text{рес.заб.}}(C) = 0,6$. При цих даних:

$$K_{\text{еф.форс.}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 0,12.$$

Таким чином, за допомогою залежностей (1-15) можна визначити коефіцієнт ефективності виконання завдання з форсування водної перешкоди на БТР $K_{\text{еф.форс.}}$ та намітити напрями підвищення ефективності бойового застосування БТР при виконанні завдань з подолання водної перешкоди.

Висновки

1. Запропонована математична модель визначення показника ефективності форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій при наявності в них бойових пошкоджень.

2. Залежності для оцінювання ефективності виконання завдань з форсування водної перешкоди бронетранспортерами під час ведення бойових дій при наявності в них бойових пошкоджень, дозволяють визначити вплив на показник ефективності різних складових та намітити шляхи забезпечення заданих вимог до сучасних зразків плаваючих машин.

Література

1. Кордон мужності та героїзму : книжкова серія “Шлях перемоги”. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2022. – 616 с.
2. Демідчик Ф. А. Інженерне забезпечення та застосування частин і підрозділів інженерних військ Збройних Сил України : навчальний посібник / Ф.А. Демідчик, Є.І. Брижатиї, В.М. Генік. – Кам’янець-Подільський : К-ПНУ імені Івана Огієнка, 2019. – 156 с.
3. Примаченко К.В. Оперативне обладнання території у топогеодезичному відношенні / К. В. Примаченко, О.В. Шевченко // Застосування космічних та геоінформаційних систем в інтересах національної безпеки та оборони: збірник тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції (Київ 10 квітня 2019 року). – Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2019. – 89 с.
4. Жук О.В. Особливості комплектування СВ ЗСУ сучасними броньованими автомобілями / О.В. Жук // Перспективи розвитку ОВТ СВ. Збірник тез доповідей Міжнародної НТК. Львів 17-18 травня 2018. – С. 32-33.
5. Курс водіння бойових машин Збройних Сил України (КВБМ – 08). – Київ : Вид. дім «СКІФ», 2023. – 130 с.
6. Методичний посібник з подолання водних перешкод. – Київ: «Центр учбової літератури», 2022. – 150 с.
7. Керівництво з подолання водних перешкод та суходолів. – К. : Головне управління підготовки Збройних Сил України, Центр оперативних стандартів і методики підготовки ЗСУ, 2019. – 188 с.
8. Чабаненко П.П. Закономірності та особливості оцінювання ефективності систем у бойових діях за ймовірнісними моделями / П.П. Чабаненко // Наука і оборона. – 2016. – Вип. 4. – С. 16-22.
9. Дем’янчук Б.О. Основи технічного забезпечення. Обґрунтування рішень / Б.О. Дем’янчук, О.В. Малишкін. – Одеса : МО України. – 2014. – 208 с.
10. Боровик О.В. Методика оцінки ефективності військових перевезень колоною техніки / О.В. Боровик, В. В. Купельський // Системи озброєння і військова техніка. – 2019. – № 67. – С. 25-35.
11. Табуненко В.О. Методика визначення ефективності використання автобронетанкової техніки підрозділами Національної Гвардії України для охорони громадського порядку в мирний час / В.О. Табуненко, О.В. Іванченко, В.І. Кужелович, П.Д. Буряк // Честь і закон. – 2018. – Том 4, № 67. – С. 82-87.
12. Купін С. Аналіз ефективності використання броньованих колісних машин при забезпеченні громадської безпеки / С. Купін // Молодий вчений. – 2023. – № 4 (116). – С. 1–7.
13. Розрахунок плавучості та статичної стійкості / БТР-4Е В1318.03РР-01. – Харків : ДПХКБМ, 2010. – 16 с.
14. Іванченко О. В. Визначення показника живучості бронетранспортерів на воді за наявності бойових пошкоджень / О. В. Іванченко, А. В. Ковтун, А. О. Іванченко // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. – 2021. – Вип. 2 (38). – С. 5–11.

References

1. Kordon muzhnosti ta heroizmu : knyzhkova seriia “Shliakh peremohy”. – Khmelnytskyi : Vyd-vo NADPSU, 2022. – 616 s.
2. Demidchik F. A. Inzhenerne zabezpechennia ta zastosuvannia chastyn i pidrozdiliv inzhenernykh viisk Zbroinykh Syl Ukrainy : navchalnyi posibnyk / F.A. Demidchik, Ye.I. Bryzhatyi, V.M. Henyk. – Kamianets-Podilskyi : K-PNU imeni Ivana Ohienka, 2019. – 156 s.
3. Prymachenko K.V. Operatyvne obladnannia terytorii u topoheodezychnomu vidnoshenni / K. V. Prymachenko, O.V. Shevchenko // Zastosuvannia kosmichnykh ta heoinformatsiinykh system v interesakh natsionalnoi bezpeky ta oborony : zbiryk tez dopovidei IV mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii (Kyiv 10 kvitnia 2019 roku). – Kyiv : Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Cherniakhovskoho, 2019. – 89 s.
4. Zhuk O.V. Osoblyvosti komplektuvannia SV ZSU suchasny my bronovanymy avtomobilyamy / O.V. Zhuk // Perspektyvy rozvytku OVT SV. Zbiryk tez dopovidei Mizhnarodnoi NTK. Lviv 17-18 travnia 2018. – S. 32-33.
5. Kurs vodinnia boiovykh mashyn Zbroinykh Syl Ukrainy (KVBM – 08). – Kyiv : Vyd. dim «SKIF», 2023. – 130 s.
6. Metodychnyi posibnyk z podolannia vodnykh pereshkod. – Kyiv : «Tsentr uchbovoi literatury», 2022. – 150 s.
7. Kerivnytstvo z podolannia vodnykh pereshkod ta sukhodoliv. – K. : Holovne upravlinnia pidhotovky Zbroinykh Syl Ukrainy, Tsentr operatyvnykh standartiv i metodyky pidhotovky ZSU, 2019. – 188 s.
8. Chabanenko P.P. Zakonomirnosti ta osoblyvosti otsiniuvannia efektyvnosti system u boiovykh diakh za ymovirnisny my modeliamy / P.P. Chabanenko // Nauka i oborona. – 2016. – Vyp. 4. – S. 16-22.
9. Demianchuk B.O. Osnovy tekhnichnoho zabezpechennia. Obgruntuvannia rishen / B.O. Demianchuk, O.V. Malyshekin. – Odesa : MO Ukrainy. – 2014. – 208 s.
10. Borovyk O.V. Metodyka otsinky efektyvnosti viiskovykh perevezhen koloniou tekhniky / O.V. Borovyk, V. V. Kupelskyi // Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika. – 2019. – № 67. – S. 25-35.
11. Tabunenko V.O. Metodyka vyznachennia efektyvnosti vykorystannia avtobronetankovoi tekhniky pidrozdilamy Natsionalnoi Hvardii Ukrainy dlia okhorony hromadskoho poriadku v myrnyi chas / V.O. Tabunenko, O.V. Ivanchenko, V.I. Kuzhelovych, P.D. Buriak // Chest i zakon. – 2018. – Tom 4, № 67. – S. 82-87.
12. Kupin S. Analiz efektyvnosti vykorystannia bronovanykh kolisnykh mashyn pry zabezpechenni hromadskoi bezpeky / S. Kupin // Molodyi vchenyi. – 2023. – № 4 (116). – S. 1–7.
13. Rozrakhunok plavuchosti ta statychnoi stiiikosti / BTR-4E V1318.03RR-01. – Kharkiv : DPKhKBM, 2010. – 16 s.
14. Ivanchenko O. V. Vyznachennia pokaznyka zhyvuchosti bronetransporteriv na vodi za naiavnosti boiovykh poskodzen / O. V. Ivanchenko, A. V. Kovtun, A. O. Ivanchenko // Zbiryk naukovykh prats Natsionalnoi akademii Natsionalnoi hvardii Ukrainy. – 2021. – Vyp. 2 (38). – S. 5–11.