

УДК 539.3

doi:10.20998/2413-4295.2018.09.12

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНО-ВИРОБНИЧОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

О. В. ХЛАНЬ<sup>1</sup>, М. А. ТКАЧУК<sup>2</sup>, А. В. ГРАБОВСЬКИЙ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> генеральний директор ДП "Завод ім. В.О. Малишева", м. Харків, УКРАЇНА

<sup>2</sup> кафедра теорії і систем автоматизованого проектування механізмів і машин, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, УКРАЇНА

\*email: tma@tmm-sapr.org

**АНОТАЦІЯ** У роботі наведено удосконалення методу узагальненого параметричного моделювання та виготовленні бойових броньованих машин на основі доповнення параметричного простору технологічно-виробничими чинниками. Проведено формування задачі та узагальнення критеріїв при обґрунтуванні технічних рішень для елементів бойових броньованих машин, а також технологічних систем для їх виготовлення. Прийнято до уваги режими бойового застосування та характеристики засобів ураження. Створено узагальнені параметричні моделі досліджуваних елементів бойових броньованих машин. Визначено алгоритм обґрунтування раціональних технічних рішень на етапах їх проектування, технологічної підготовки виробництва і виготовлення

**Ключові слова:** бойова броньована машина; тактико-технічна характеристика; параметричне моделювання; бойове застосування; засіб ураження; технологічна система

## THEORETICAL BASIS FOR DESIGN-TECHNOLOGICAL-PRODUCTION SUPPORT OF TACTICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF FIGHTING ARMORED VEHICLES

О. KHLAN<sup>1</sup>, М. TKACHUK<sup>2</sup>, А. GRABOVSKIY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> General Director of State Enterprise "Plant named after V.O. Malyshev", Kharkiv, UKRAINE

<sup>2</sup> Department of Theory and Systems of Automated Designing of Mechanisms and Machines, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, UKRAINE

**ABSTRACT** The method of generalized parametric modeling and manufacturing of armored fighting vehicles is improved. This improvement is based on the replenishment of the parametric space by technological and production factors. The formation of the task set and the generalization of criteria for justification of technical solutions for elements of armored fighting vehicles are carried out, as well as technological systems for their manufacture. Regimes of fighting use and characteristics of weapons of destruction are taken into account. Generalized parametric models of investigated elements of armored fighting vehicles are created. An algorithm for substantiating rational technical solutions at the stages of their design, technological preparation of production and manufacturing is defined. The principle for balancing of technical solutions at all life cycle stages of armored combat armored vehicles has been developed to formulate recommendations. It provides the achievement of maximum values of minimum level of characteristic at each stage and sub-stages in design, technological preparation of production and production of armored fighting vehicles. In addition, the criterion for parameter justifying is proposed for determination of rational technical solutions that are weakly sensitive to the variation of design parameters.

**Keywords:** fighting armored vehicle; tactical and technical characteristic; parametric modeling; fighting application; means of destruction; technological system

### Вступ

Забезпечення тактико-технічних характеристик (ТТХ) бойових броньованих машин (ББМ) [1, 2] є результатом взаємодії проектних і технологічних рішень, а також виробничих умов, які є супутніми в умовах конкретного підприємства [2]. Реалізація ТТХ відбувається безпосередньо у процесі бойового застосування [3–7]. При цьому слід приймати до уваги режими бойового застосування та характеристики засобів ураження [8–10].

Таким чином, необхідно враховувати усю сукупність чинників, що впливають на кінцеві прояви ТТХ: проектні, технологічні, виробничі, умови

бойового застосування та властивості засобів ураження. Серед цієї множини чинників у літературі недостатня увага приділяється саме проектно-технологічно-виробничим чинникам, з акцентом на дві останні складові, хоча вони є на сьогодні найбільш обмежувачими для досягнення заданого рівня ТТХ [11, 12]. Разом із тим розглядати ці чинники ізольовано недоцільно, оскільки потрібно враховувати взаємовплив окремих компонентів. Отже, з точки зору системного підходу необхідно враховувати усю множину значимих чинників задля одержання адекватної картини при моделюванні фізико-механічних процесів і станів у ході бойового застосування ББМ. На сьогодні ці питання не

знайшли повного вирішення у літературі. Тому у роботі описані теоретичні основи проектно-технологічно-виробничого забезпечення ТТХ бойових броньованих машин, які спрямовані на розв'язання науково-прикладної задачі, що постала перед вітчизняним бронетанкобудуванням. Це складає мету і зміст цієї роботи.

**Постановка задач досліджень**

Із метою розробки методів та моделей для дослідження процесів і станів елементів бойових броньованих машин передбачається:

- удосконалення методу узагальненого параметричного моделювання та виготовлення бойових броньованих машин на основі доповнення параметричного простору технологічно-виробничими чинниками;
- узагальнення критеріїв при обґрунтуванні технічних рішень для елементів ББМ, а також технологічних систем для їх виготовлення;
- формування задачі обґрунтування технічних рішень для елементів бойових броньованих машин, а також технологічних систем для їх виготовлення.

**Удосконалення методу узагальненого параметричного моделювання при виготовленні бойових броньованих машин на основі доповнення параметричного простору технологічно-виробничими чинниками**

На розвиток підходів, які були започатковані у роботах [13, 14], у цій роботі пропонується розвинути, удосконалити та адаптувати метод узагальненого

параметричного моделювання для дослідження фізико-механічних процесів і станів в елементах бойових броньованих машин. Принциповою відмінністю методології, що розробляється, є те, що у множині чинників, які приймаються як визначальні, ідентуються проектно-технологічно-виробничі чинники. Цим самим охоплюється значна частина життєвого циклу (рис. 1).

Таким чином, узагальнений параметричний простір  $P$  поповнюється новою підмножиною  $P_{Pr}$ :

$$P = P_P \cup P_T \cup P_{Pr} \cup P_E, \tag{1}$$

де  $P_P, P_T, P_E$  – множина проектних, технологічних та експлуатаційних (у т.ч. – режими бойового застосування та чинники ураження) параметрів відповідно;

$P_{Pr}$  – множина виробничих чинників.

Таким чином, компоненти масиву  $T$  тактико-технічних характеристик ББМ залежать від усіх компонент масиву параметрів  $P$ :

$$T_i = T_i(P_P, P_T, P_{Pr}, P_E), i = 1, 2, \dots$$

При цьому можна формалізувати взаємозв'язок частинних залежностей

$$T_{ik}^{\wedge} = T_{ik}^{\wedge}(P_k), k \in \{P, T, Pr, E\}, i = 1, 2, \dots \tag{2}$$

та загальної –

$$T_i = \min_k T_{ik} \tag{3}$$

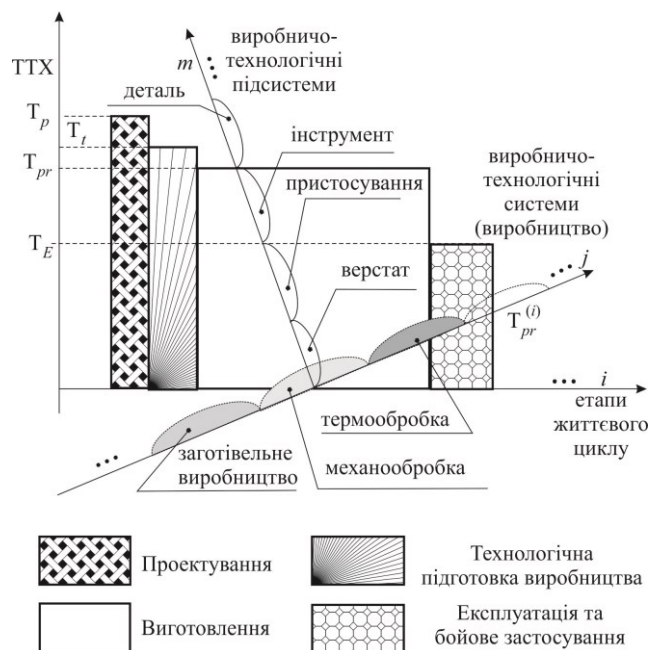


Рис. 1 – Компоненти тактико-технічних характеристик бойових броньованих машин у залежності від визначальних чинників на різних етапах життєвого циклу

Отже, загальний рівень певного компонента ТТХ визначається мінімальним їх рівнем, який досягається на різних етапах життєвого циклу ББМ. Це – відома теза [14], проте у даному випадку – доповнена залежністю ще й від параметрів  $P_{Pr}$ . Разом із тим ця принципова новизна може бути розширена. Справа в тому, що насправді етап виготовлення містить у собі низку підетапів  $j$ : заготівельні операції, механообробка, термообробка, складальні операції тощо. Деталі об'єктів бронетанкової техніки проходять, залежно від типу машини, вузла чи деталі, різний набір підетапів (див. рис. 1). Таким чином,

$$T_{iPr}^{\wedge} = T_{iPr}^{\wedge}(P_{Pr}), i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

При цьому можна розглянути частинні залежності

$$T_{ij}^* = T_{iPr}^{\wedge}(P_{Prj}), i = 1, 2, \dots \quad (5)$$

Тут  $j$  – номери виробничих підетапів, які проходить та чи інша деталь, вузол, машина. По аналогії із (3) можна записати:

$$T_{iPr}^{\wedge} = \min_j T_{ij}^* \quad (6)$$

Цей ланцюг залежностей можна продовжити. Це зумовлюється подальшою деталізацією технологічно-виробничих систем (див. рис. 1). Наприклад, для механообробки мова йде про систему "верстат – пристосування – деталь – інструмент" (для інших технологічно-виробничих систем – аналогічно: "прес – штамп – формотвірний інструмент – заготовка", "термопласт-автомат – прес-форма – формувальні деталі – робочий матеріал" тощо). Таким чином, надалі аналогічним чином можна виділити окремі складові ТТХ, на які впливають властивості обладнання (I), оснащення (II), заготовки (III), інструмента (IV):

$$T_{ij}^* = T_{ij}^*(P_{PrjI}, P_{PrjII}, P_{PrjIII}, P_{PrjIV}), \quad (7)$$

а після цього задекларувати залежність

$$T_{ij}^* = \min_m T_{ijm}^{\cup} \quad (8)$$

де

$$T_{ijm}^{\cup} = T_{ijm}^{\cup}(P_{Prim}), m = I \div IV \quad (9)$$

– частинні залежності складових ТТХ від параметрів конкретних виробничо-технологічних систем.

Таким чином, представляють інтерес як частинні залежності  $T^{\vee}, T^*, T^{\wedge}$ , так і "синтетичні" залежності  $T(P)$ . У кінцевому підсумку саме ця остаточна залежність є шуканою та важливою. Проте інформативними є також і частинні залежності різних рівнів  $T^{\vee}, T^*, T^{\wedge}$ . Також інформативним є порівняння

окремих складових, оскільки при цьому порівнюються рівні різних складових. Це особливо важливо з огляду на те, що оскільки на кінцевий результат впливають окремі складові, то важливо впливати на ТТХ саме за рахунок тих компонент, які є домінуючими.

#### Узагальнення критеріїв при обґрунтуванні технічних рішень для елементів бойових броньованих машин, а також технологічних систем для їх виготовлення

Аналізуючи, таким чином, ситуацію, що складається із залежностями компонент ТТХ від проектно-технологічно-виробничих чинників, можна узагальнити критерій збалансованості, запропонований у роботі [15]. Там він був сформульований із розгляду лінійної послідовності етапів життєвого циклу. Вона відповідає осі  $i$  на рис. 1. Разом із тим, як продемонстрував наведений вище аналіз, варто більш детально розглянути окремі складові кожного з етапів. На рис. 1, зокрема, на етапі виготовлення введено деталізацію виробництва (заготівельне, механічне, термічне, складальне тощо) – вісь  $j$ . На кожному із цих підетапів слід прийняти до уваги окремі технологічні системи, які реалізують відповідні виробничі операції. У результаті з'являється вісь  $m$ , яка визначає елементи технологічних систем (на рис. 1 – "верстат – пристосування – деталь – інструмент").

Отже, замість лінійної, як у роботі [15], введена до розгляду розгалужена система чинників, які потенційно впливають на ТТХ елементів бойових броньованих машин. Це дає перевагу в тому, що замість "крупноблочного" аналізу, коли до уваги приймаються інтегральні показники, які досягаються на етапах життєвого циклу, що розташовані по осі  $i$  (див. рис. 1), пропонується деталізована картина шляхом виокремлення підетапів та підпідетапів (осі  $j$  та  $m$  на рис. 1). У результаті такого багаторівневого підходу стає можливим визначення "вузьких" місць, тобто таких елементів, які стримують підвищення того чи іншого компонента ТТХ. Ця деталізація може бути доведена до рівня цеху, дільниці, верстата, технологічної операції тощо. Отже, одразу ж виникає множина тих варійованих параметрів, управляючи якими, можна досягти різкого підвищення відповідного компонента ТТХ. Більш того, не менш цінною є інформація про те, варіювання якими параметрами не призводить до суттєвого ефекту.

Таким чином, у запропонованому підході реалізується принцип, так би мовити, "націленого" зворотнього зв'язку, який передбачає управління тактико-технічними характеристиками у першу чергу за рахунок найбільш впливових параметрів, звільняючись від зміни менш впливових. Це – не тільки методологічна, але й часова перевага, що дуже важливо у теперішніх умовах жорстких обмежень термінів технологічної підготовки та організації

виробництва бойових броньованих машин. Крім того, це ще й перевага економічна: удається уникати недоцільних капіталовкладень, зосередивши ресурси на ефективному технічному переобладнанні.

Запропонований підхід може бути математично формалізований у вигляді сукупності наступних критеріїв:

$$T = \min_{i,j,m} T_{ijm}^{\vee}, \quad (10)$$

$$\left| T_{ijm}^{\vee} - T_{srp} \right| \rightarrow \min \forall (i, j, m) \neq (s, r, p), \quad (11)$$

$$T(P) \rightarrow \max. \quad (12)$$

Ці критерії є подальшим розвитком підходів, запропонованих у роботах [11–16]. Як уже відмічалось, вони, на відміну від відомих критеріїв, дають змогу здійснити деталізацію впливу проектно-технологічно-виробничих параметрів на результуючі тактико-технічні характеристики бойових броньованих машин аж до конкретної деталі, обладнання чи технологічної операції.

**Формування задачі обґрунтування технічних рішень для елементів бойових броньованих машин, а також технологічних систем для їх виготовлення**

Окрім перелічених вище критеріїв, слід прийняти до уваги також систему рівнянь, які описують фізико-механічні процеси і стани, що реалізуються при виготовленні, експлуатації та бойовому застосуванні бойових броньованих машин. У операторному вигляді вони набувають форми

$$L(U, P, f, r, t) = 0, \quad (13)$$

де  $L$  – оператор, який є, як правило, множиною алгебро-диференціальних рівнянь і граничних умов;  $U$  – масив змінних, які описують розподіл величин, що визначають досліджувані процеси у просторових координатах  $r = \{x, y, z\}$  та часі  $t$ ;  $f$  – масив зовнішніх навантажень, які визначаються режимами бойового застосування ББМ та чинниками ураження.

Розв'язання (13), яке у сучасних умовах зазвичай здійснюється за допомогою чисельних методів, встановлює функціональні та параметричні залежності

$$U = U(P, f, r, t). \quad (14)$$

Якщо прийняти до уваги, що із співвідношень (14) чи інших стає можливим визначити масив певних характеристик  $H = H(P, U(P))$ , то можна записати систему обмежень:

$$H \geq H^* \text{ (або } H = H^*), \quad (15)$$

де  $H^*$  – масив заданих обмежень (за масою, вогневою потужністю, захищеністю тощо).

Умови типу нерівності або рівності (15) накладають певні обмеження на варіювання компонент масиву параметрів  $P$ , формуючи ту множину  $K$ , у межах якої розв'язується задача обґрунтування таких параметрів  $P^*$ , що задовольняють критеріям (10)–(12), рівнянням стану (13) та обмеженням (15). Ця система співвідношень у загальному вигляді окреслює ту складну багатопланову багатопараметрову проблему, яка формально складає задачу оптимізації в узагальненому параметричному просторі. Разом із тим слід прийняти до уваги реальні умови виробництва, а також експлуатації та бойового застосування ББМ. Вони свідчать, що на практиці при виготовленні бойових броньованих машин проектно-технологічні параметри відрізняються від назначених документацією. Ці відхилення можуть носити нормований стохастичний характер (наприклад, геометричні розміри мають певні допуски), організаційний (наприклад, зміна товщини бронематеріалів та їх властивостей у плані та за товщиною – визначається особливостями партії поставки) та виробничий (характеристики обладнання на конкретному робочому місці). Крім того, режими бойового застосування та чинники ураження теж мають певний розкид характеристик. Із використанням введених у розгляд узагальнених параметрів це можна записати у вигляді

$$P_R = P_I + \delta, \quad (16)$$

де  $P_R, P_I$  – масив реальних та документально заданих ("ідеальних") параметрів;  $\delta$  – масив розкидів їхніх величин.

Отже, якщо досягнути "оптимальних" значень  $P^*$ , які задовольняють критерію (12), то насправді реальні параметри будуть знаходитися у деякому околі цієї точки узагальненого параметричного простору:

$$P_R^* = P_I^* + \delta. \quad (17)$$

У силу (17) стає важливим чинник чутливості характеристик  $T$  до варіювання  $P_I^*$ . Якщо він значний, тобто якщо певні компоненти ТТХ чутливі до варіації  $\delta$ , то такий так званий "оптимальний" розв'язок не має практичної цінності, оскільки частина компонент масиву  $\delta$  є неконтрольованою. Відповідно, замість цього розв'язку потрібно відшукати такий розв'язок  $P_I^{**}$ , що при його варіюванні компоненти ТТХ не опускаються нижче заданого рівня  $T^*$ :

$$T(P_I^{**} + \delta) \geq T^*. \quad (18)$$

Таким чином, зміна формальних критеріїв ((18) замість (12)) віддзеркалює практику проектно-

технологічно-виробничого процесу, який не заперечує, а, навпаки, передбачає певну варіативність умов реального виробництва.

### Висновки

У роботі отримала розв'язання актуальна науково-практична задача розробки теоретичних основ проектно-технологічно-виробничого забезпечення технічних і тактико-технічних характеристик елементів бойових броньованих машин та технологічних систем для їх виготовлення шляхом обґрунтування технічних рішень за критеріями точності виготовлення, міцності, жорсткості, довговічності та працездатності у процесі виготовлення, експлуатації та бойового застосування.

При цьому можна зробити наступні висновки.

1. Аналіз стану проблеми забезпечення тактико-технічних характеристик бойових броньованих машин засвідчив наявність протиріччя між потребами підприємств бронетанкобудівної галузі – у засобах підвищення технологічних можливостей, Збройних сил України – у нових та модернізованих зразках озброєння і військової техніки, з одного боку, та можливостями науки – у вирішенні наявних проблем, – з іншого. Це сформуло напрямки досліджень, які охоплюють ключові етапи життєвого циклу розробки, освоєння виробництва, виготовлення броньованих машин із урахуванням вимог, які ставляться до них із точки зору бойових можливостей на сучасному рівні.

2. На основі аналізу бойових броньованих машин і технологічного обладнання як цілісних систем елементів, які взаємодіють між собою у процесі виготовлення та бойового застосування та, відповідно, впливають на результуючі технічні та тактико-технічні характеристики, установлені критерії та обмеження на властивості елементів цих систем. Це складає принципову відмінність від традиційних методик, у яких такий системний взаємозв'язок не враховується.

3. У цілому оцінюється запропонований підхід до проектно-технологічно-виробничого забезпечення ТТХ бойових броньованих машин, слід відзначити його новизну та переваги над раніше запропонованими, а також націленість на визначення саме тих елементів виробничого процесу, варіювання яких найбільш ефективно з точки зору досягнення найбільшого ефекту з точки зору забезпечення підвищених ТТХ бойових броньованих машин.

### Список літератури

1. **Шевцов, М. М.** Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ / **М. М. Шевцов** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 5–6.

2. **Ткачук, М. А.** Забезпечення тактико-технічних характеристик військових гусеничних та колісних машин на етапах проектування, технологічної підготовки виробництва та виготовлення / **М. А. Ткачук, О. В. Хлань, А. М. Малакей, О. І. Шейко** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 11.

3. **Андрєєв, І. М.** Щодо проблем розробки методичного апарату визначення оперативно-тактичних вимог до озброєння / **І. М. Андрєєв** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 14.

4. **Богачов, О. І.** Перспективи розвитку сучасних танків / **О. І. Богачов, О. І. Дорошев, О. В. Тимошук** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 16.

5. **Бондарєв, І. Г.** Перспективна бойова машина піхоти сухопутних військ збройних сил України. деякі аспекти формування концепції конструктивних і компоновальних рішень / **І. Г. Бондарєв, М. В. Коломієць** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 16.

6. **Варванець, Ю. В.** Пропозиції щодо підвищення рівня технічної досконалості зразків автомобільної та колісної бронетанкової техніки підрозділів сухопутних військ збройних сил України / **Ю. В. Варванець, О. М. Калінін, В. В. Костюк, П. О. Русіло** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 20.

7. **Василів, Ю. І.** Бойова техніка України / **Ю. І. Василів, О. В. Манжай, О. С. Онишук** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 21.

8. **Будяну, Р. Г.** Аналіз причин виникнення несправностей зразків автомобільної та бронетанкової техніки під час бойового застосування в зоні АТО / **Р. Г. Будяну, В. В. Костюк, Ю. В. Варванець** [та інш.]. // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 19.

9. **Даценко, І. П.** Особливості визначення показника живучості легкоброньованих бойових машин / **І. П. Даценко, А. В. Гуляєв, М. М. Шевцов, О. Л. Чеченкова** // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (11-12 травня 2017 р., Львів)*. Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 28.

10. **Васьківський, М. І.** Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ

- збройних сил України на сучасному етапі / **М. І. Васківський** // *V Міжнар. наук.-практ. конф. "Проблеми координації військово-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки". Тези доповідей. (11–12 жовтня 2017 р., Київ)*. – К., ДНУ УКРІНТЕІ. – 2017. – С. 97.
11. **Литвиненко, О. В.** Проектно-технологічне забезпечення міцності бронекорпусів / **О. В. Литвиненко, М. М. Ткачук, А. Ю. Танченко** [та інш.]. // *Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" (14–15 травня 2015 р., Львів)*. – Л.: Нац. акад.-я сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного. – 2017. – С. 41.
  12. **Литвиненко, А. В.** Оценка чувствительности прочностных, жесткостных и динамических характеристик бронекорпусов на варьирование проектно-технологических параметров / **А. В. Литвиненко, В. В. Вакуленко, Н. А. Ткачук** [та інш.]. // *Интегрированные технологии та енергозабереження. Науково-практичний журнал*. – Х., НТУ "ХПІ". – 2014. – № 3. – С. 145–153.
  13. **Ткачук, Н. А.** Основы обобщенного параметрического описания сложных механических систем / **Н. А. Ткачук, А. Д. Чепурной, Г. Д. Грищенко** [и др.]. // *Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля*. – Луганск. – №9 (115), част. 1. – 2007. – С. 196–205.
  14. **Ткачук, Н. А.** Конечно-элементные модели элементов сложных механических систем: технология автоматизированной генерации и параметризованного описания / **Н. А. Ткачук, Г. Д. Грищенко, А. Д. Чепурной** [и др.]. // *Механіка та машинобудування*. – Харків. – № 1. – 2006. – С. 57–79.
  15. **Литвиненко, А. В.** Общий подход к проектно-технологическому обеспечению тактико-технических характеристик военных колесных и гусеничных машин путем обоснования параметров бронекорпусов по критериям прочности и защищенности / **А. В. Литвиненко** // *Вісник НТУ "ХПІ". Зб. наук. праць. Серія: Машинознавство та САІР*. – Харків. – 2014. – №29 (1072). – С. 68–77.
  16. **Грабовський, А. В.** Забезпечення тактико-технічних характеристик військових гусеничних і колісних машин на етапі проектних досліджень / **А. В. Грабовський, А. Ю. Васильєв, М. М. Ткачук** [та інш.]. // *Вісник НТУ "ХПІ". Зб. наук. праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків. – 2016. – №18 (1190). – С. 22-29. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.04.
- aparatu vyznachennya operatyvno-taktychnykh vymoh do ozbroynennya. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 14.
4. **Bohach'ov, O. I., Doroshev, O. I., Tymoshchuk, O. V.** Perspektivy rozvytku suchasnykh tankiv. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 16.
  5. **Bondaryev, I. H., Kolomiyets', M. V.** Perspektivna boyova mashyna pikhoty sukhoputnykh viys'k zbroynykh syl ukrayiny. deyaki aspekty formuvannya kontseptsiyi konstruktyvnykh i komponuval'nykh rishen'. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 16.
  6. **Varvanets', Yu. V., Kalinin, O. M., Kostyuk, V. V., Rusilo, P. O.** Propozytsiyi shchodo pidvyshchennya rivnya tekhnichnoyi doskonalosti zrazkiv avtomobil'noyi ta kolisnoyi bronetankovoyi tekhniky pidrozdiliv sukhoputnykh viys'k zbroynykh syl Ukrayiny. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 20.
  7. **Vasyliiv, Yu. I., Manzhay, O. V., Onyshchuk, O. S.** Boyova tekhnika Ukrayiny. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Per-spektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 21.
  8. **Budyanu, R. H., Kostyuk, V. V., Varvanets', Yu. V.** [ta insh.]. Analiz prychnyn vynyknennya nespravnostey zrazkiv avtomobil'noyi ta bronetankovoyi tekhniky pid chas boyovoho zastosuvannya v zoni ATO. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 19.
  9. **Datsenko, I. P., Hulyayev, A. V., Shevtsov, M. M., Chechenkova, O. L.** Osoblyvosti vyznachennya pokaznyka zhyvuchosti lehkobron'ovanykh boyovykh mashyn. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 28.
  10. **Vas'kivs'kyi, M. I.** Problemni pytannya rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k zbroynykh syl Ukrayiny na suchasnomu etapi. *V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Problemy koordynatsiyi voyenno-tekhnichnoyi ta oboronno-promyslovoyi polityky v Ukraini. Perspektivy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky". Tezy dopovidey. (11–12 zhovtynya 2017 r., Kyiv)*. Kyiv, DNU UKRINTEI, 2017, 97.
  11. **Lytvynenko, O. V., Tkachuk, M. M., Tanchenko, A. Yu.** [ta insh.]. Proektno-tekhnolohichne zabezpechennya mitsnosti bronekorpusiv. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (14-15 travnya 2015 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 41.
  12. **Litvinenko, A. V., Vakulenko, V. V., Tkachuk, N. A.** [ta

## Bibliography (transliterated)

1. **Shevtsov, M. M.** Perspektivy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k. *Zb. tez dopovidey. Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv, Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 5-6.
2. **Tkachuk, M. A., Khlan', O. V., Malakey, A. M., Sheyko, O. I.** Zabezpechennya taktyko-tekhnichnykh kharakterystyk viys'kovykh husenychnykh ta kolisnykh mashyn na etapakh proektuvannya, tekhnolohichnoyi pidhotovky vyrobnytstva ta vyhotovlennya. *Zb. tez dopovidey Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. "Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky sukhoputnykh viys'k" (11-12 travnya 2017 r., L'viv)*. Lviv: Nats. akad-ya sukhoputnykh viys'k im. het'mana P. Sahaydachnoho, 2017, 11.
3. **Andreyev, I. M.** Shchodo problem rozrobky metodychnoho

- insh.]. Ocenka chuvstvitel'nosti prochnostnyh, zhestkostnyh i dinamicheskikh karakteristik bronekorpusov na var'irovanie proektno-tehnologicheskikh parametrov. *Integrovani tehnologii ta energozberezhennja. Naukovo-praktichnij zhurnal*. Kharkov: NTU "KhPI", 2014, **3**. 145-153.
13. **Tkachuk, N. A., Chepurnoj, A. D., Gricenko, G. D.** [i dr.]. Osnovy obobshhennogo parametricheskogo opisaniya slozhnyh mehanicheskikh sistem. *Visnik Shidnoukr. nac. un-tu im. V.Dalja*. Lugansk, 2007, **9**(115), chast. 1, 196-205.
  14. **Tkachuk N. A., Gricenko G. D., Chepurnoj A. D.** [i dr.]. Konechno-jelementnye modeli jelementov slozhnyh mehanicheskikh sistem: tehnologija avtomatizirovanno generacii i parametri-zovannogo opisaniya. *Mehanika ta mashinobuduvannja*. Kharkov, 2006, **1**, 57-79.
  15. **Litvinenko, A. V.** Obshhij podhod k proektno-tehnologicheskomu obespecheniju taktiko-tehnicheskikh karakteristik voennyh kolesnyh i gusenichnyh mashin putem obosnovaniya parametrov bronekorpusov po kriterijam prochnosti i zashhishhennosti. *Visnik NTU "HPI". Zb. nauk. prac'. Serija: Mashinoznavstvo ta SAPR*. Kharkov, 2014, **29**(1072), 68-77.
  16. **Grabovskiy, A. V., Vasyliiev, A. Y., Tkachuk, M. M., Tanchenko, A. Y., Martynenko, O. V., Kyrychuk, D. V., Borysenko, S. V., Kasai, O. I.** Providing of tactical and technical characteristics of military caterpillar and wheeled vehicles on stage of design researches. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, **18**(1190), 22-29, doi:10.20998/2413-4295.2016.18.04.

#### Сведения об авторах (About authors)

**Хлань Олександр Володимирович** – генеральний директор ДП "Завод ім.В.О.Малишева", м. Харків, Україна; тел. (057) 7076902, e-mail: tma@tmm-sapr.org.

**Oleksandr Khlan** – General Director of State Enterprise "Plant named after V.O. Malyshev", Kharkiv, Ukraine; tel. (057) 7076902, e-mail: tma@tmm-sapr.org.

**Ткачук Микола Анатолійович** – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", завідувач кафедри "Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин", м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4174-8213>. тел.: (057)7076902; e-mail: tma@tmm-sapr.org.

**Mykola Tkachuk** – Doctor of Technical Sciences, professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Head of the Department "Theory and Systems of Automated Designing of Mechanisms and Machines", Kharkiv, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4174-8213>. tel. : (057) 7076902; e-mail: tma@tmm-sapr.org.

**Грабовський Андрій Володимирович** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", старший науковий співробітник кафедри "Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин", м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6116-0572>. тел.: (057)7076166; e-mail: [Grabovskiy@tmm-sapr.org](mailto:Grabovskiy@tmm-sapr.org).

**Andrey Grabovskiy** – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Senior Researcher, Department "Theory and Systems of Automated Designing of Mechanisms and Machines"; Kharkiv, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6116-0572>. tel. : (057) 7076166; e-mail: [Grabovskiy@tmm-sapr.org](mailto:Grabovskiy@tmm-sapr.org).

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Хлань, О. В.** Теоретичні основи проектно-технологічно-виробничого забезпечення тактико-технічних характеристик бойових броньованих машин / **О. В. Хлань, М. А. Ткачук, А. В. Грабовський** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 83-89. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.12.

*Please cite this article as:*

**Khlan, O. V., Tkachuk, M. A., Grabovskiy, A. V.** Theoretical basis for design-technological-production support of Tactical and technical characteristics of fighting armored vehicles. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **9** (1285), 83-89, doi:10.20998/2413-4295.2018.09.12.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Хлань, А. В.** Теоретические основы проектно-технологически-производственного обеспечения тактико-технических характеристик боевых бронированных машин / **А. В. Хлань, М. А. Ткачук, А. В. Грабовский** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 83-89. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.12.

**АННОТАЦИЯ** В работе приведено усовершенствование метода обобщенного параметрического моделирования и изготовления боевых бронированных машин на основе дополнения параметрического пространства технологическими и производственными факторами. Проведено формирование поставленной задачи и обобщение критериев при обосновании технических решений для элементов боевых бронированных машин, а также технологических систем для их изготовления. Принято во внимание режимы боевого применения и характеристики средств поражения.

**Ключевые слова:** боевая бронированная машина; тактико-техническая характеристика; параметрическое моделирование; боевое применение; средство поражения; технологическая система.

*Поступила (received) 10.03.2018*