

Щодо оцінювання повної вартості життєвого циклу складних систем озброєння та військової техніки з урахуванням фактору її динамічності у часі

Regarding the assessment of the full life cycle cost of complex weapons systems and military equipment, taking into account the factor of its dynamics over time

Олег Семененко * A

* **Corresponding author:** д.військ.н., професор, начальник відділу, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6477-3414

Лілія Семененко C

старший викладач кафедри іноземних мов, e-mail: selin-ua@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5628-3586

Сергій Баранов B

начальник Головного управління ракетних військ і артилерії та безпілотних систем, e-mail: sharada3699@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3306-943X

Юзеф Добровольський D

к.тех.н., доцент, заступник начальника кафедри, e-mail: kataza@i.ua, ORCID: 0000-0002-1077-1402

Марія Ярмольчик D

доктор філософії, e-mail: LinkinFan357@ukr.net, ORCID: 0000-0001-9917-0189

Ірина Цимбал F

науковий співробітник, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7294-3794

Oleh Semenenko * A

* **Corresponding author:** Dr of Sciences, Professor, Head of Department, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6477-3414

Liliia Semenenko C

Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages, e-mail: selin-ua@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5628-3586

Sergii Baranov B

Chief of the Main Directorate of Artillery, Missile Troops and Unmanned Aerial Vehicles, e-mail: sharada3699@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3306-943X

Yuzef Dobrovolskyi D

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Department, e-mail: kataza@i.ua, ORCID: 0000-0002-1077-1402

Maria Yarmolchik D

Doctor of Philosophy, e-mail: LinkinFan357@ukr.net, ORCID: 0000-0001-9917-0189

Irina Tsymbal F

researcher, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7294-3794

^A Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

^B Генеральний штаб Збройних Сил України, м. Київ, Україна

^C Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, м. Київ, Україна

^D Кафедра військової підготовки Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна

^F Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ, Україна

^A Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

^B General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

^C National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine

^D Department of Military Training of the National Aviation University, Kyiv, Ukraine

^F Military Institute of Telecommunications and Informatization named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine

Received: April 2, 2023 | Revised: April 11, 2023 | Accepted: April 30, 2023

DOI: 10.33445/sds.2023.13.2.16

Мета роботи: Мета статті полягає у визначенні особливостей урахування фактору динамічності вартості складних зразків озброєння і військової техніки (літак, танк, корабель) під час оцінювання повної (зведеної) вартості їх життєвого циклу.

Метод дослідження: основними методами досліджень є методи аналізу, методи воєнно-економічної теорії, метод порівняння; формалізації; абстрагування та математичного моделювання.

Результати дослідження: Основними результатами статті є: аналіз основних проблемних питань щодо урахування фактору динамічності вартості складних зразків озброєння і військової техніки під час оцінювання повної (зведеної) вартості їх життєвого циклу; запропонований порядок (логіка) формування показника повної вартості складного зразка (системи) ОВТ; запропонований підхід до урахування впливу фактору динамічності на

Purpose: The purpose of the article is to determine the peculiarities of taking into account the dynamic factor of the cost of complex samples of weapons and military equipment (aircraft, tank, ship) during the assessment of the full (combined) cost of their life cycle.

Method: the main methods of research are methods of analysis, methods of military economic theory, and the method of comparison; formalization; abstraction and mathematical modeling.

Findings: The main results of the article are: analysis of the main problematic issues regarding taking into account the dynamic factor of the cost of complex samples of weapons and military equipment during the assessment of the full (combined) cost of their life cycle; the proposed order (logic) of the formation of the indicator of the total cost of a complex sample (system) of OVT; proposed approach to take into account the influence of the dynamism factor on

показники загальної вартості складних зразків озброєння і військової техніки.

Теоретична цінність дослідження: теоретична цінність дослідження полягає у визначенні підходу до оцінювання повної вартості життєвого циклу складних систем озброєння та військової техніки з урахуванням фактору її динамічності у часі.

Тип статті: теоретичний, описовий, практичний, методичний.

indicators of the total cost of complex samples of weapons and military equipment.

Theoretical implications: the theoretical value of the study consists in determining the approach to the assessment of the full life cycle cost of complex weapons systems and military equipment, taking into account the factor of its dynamics over time.

Paper type: theoretical, descriptive, practical, methodical.

Ключові слова: вартість, витрати, критерії, фактори.

Key words: value, spending, criteria, factors.

1. Вступ

Аналіз розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) провідних країн світу та їх застосування у сучасних воєнних конфліктах [1–3], свідчить про те, що вимоги до зразків ОВТ постійно зростають. Перед керівництвом Збройних Сил (ЗС) України, в навколишній сучасній воєнно-політичній обстановці, а також в умовах відкритої збройної агресії з боку Росії сьогодні постійно постають завдання щодо визначення кількісно-вартісних показників необхідного ОВТ, визначення складу ОВТ та їх характеристик [1, 3–5]. У ЗС України більшість ОВТ є зразками радянського періоду, що змушує керівництво держави та ЗС України постійно здійснювати пошук шляхів його удосконалення та оновлення. Сьогодні в умовах ведення російсько-української війни парк ОВТ ЗС України поповнюється зразками західного виробництва, але таке поповнення створює умови необхідності постійного пошуку додаткових ресурсів щодо його утримання та обслуговування. Нестабільність воєнно-політичної обстановки постійно впливає і на результати розрахунків, навіть якщо розрахунки ресурсних потреб мають термін до півроку, то їх похибка може сягати до 20–30% відхилення від реальних показників.

Урахування фактору динамічності є важливим етапом у процесі оцінювання повної вартості складних систем озброєння і військової техніки. Це дозволяє збільшити точність оцінки, враховуючи змінні фактори, які впливають на вартість техніки в різні періоди її експлуатації. Фактор динамічності описує зміну технічного, технологічного, виробничого та інших параметрів в процесі експлуатації системи. Ці зміни можуть бути пов'язані зі зміною ринкових умов, розвитком нових технологій, політичними та соціальними факторами, а також зі змінами у військовій доктрині країни.

Одним із негативних прикладів невірної урахування фактору динамічності вартості під час створення нових зразків ОВТ є створення та будівництво корабля класу "корвет" [3, 4]. Аналіз програми щодо створення цього проекту свідчить, що під час формування як етапної так і вартісної частини не було враховано фактор динамічності, який характеризує (прогнозує) можливі зміни під час виконання заходів програми. Усе це призвело до зриву строків виконання програми та збільшення загальної вартості проекту в 2–3 рази. Невірне визначення повної прогнозованої вартості проекту призводить до непорозуміння під час його реалізації та до марнотратства державних коштів, що неприпустимо в складних економічних умовах в яких перебуває Україна сьогодні.

У сучасних умовах розвитку ЗС України ці задачі повинні вирішуватися лише на основі реально сформованої воєнно-економічної оцінки повної вартості усього проекту. У зв'язку з цим, дослідження питань урахування фактору динамічності є важливим для покращення процесу оцінювання вартості складних систем озброєння і військової техніки. Врахування фактору динамічності дозволить забезпечити більш точні прогнози витрат на експлуатацію техніки, а також дозволить уникнути недооцінки або переоцінки вартості техніки, що може призвести до недостатнього або надмірного фінансування проектів збройних сил.

Таким чином, дослідження питань урахування фактору динамічності під час оцінювання повної вартості складних систем ОВТ є актуальним та має велике практичне значення для розвитку військово-промислового комплексу країни та підвищення ефективності використання бюджетних коштів.

2. Теоретичні основи дослідження

Аналіз останніх досліджень, публікацій та низки документів присвячених цій темі [1–5], свідчить, що воєнно-економічним питанням приділяється значна увага в процесі формування планових документів щодо подальшого розвитку ОВТ ЗС України, але під час прийняття рішень однозначних поглядів на підхід до вирішення цього завдання досі не має. В одних документах та планах пріоритет надається рівню ефективності техніки, в інших – показнику економії. Це протиріччя негативно впливає на процеси удосконалення та оновлення ОВТ, бо під час планування вартість проекту розраховується за принципом мінімізації, а під час початку його реалізації виникають питання щодо помилок у визначенні вартісних показників як складових складних зразків ОВТ так, і всієї системи в цілому. Тобто, на початковому етапі формування (прогнозування) повної ціни складної системи ОВТ не було враховано фактор динамічності змін навколишньої обстановки навколо процесу створення або удосконалення нового зразка, що в черговий раз підкреслює актуальність тематики статті.

3. Постановка проблеми

Сьогодні існує низка проблем в системі планування розвитку озброєння і військової техніки ЗС України, які пов'язані з урахуванням впливу фактору динамічності вартості на її загальний показник. До основних проблем можна віднести те, що:

- визначення точних вартісних показників на основі оцінок попередніх моделей та передбачень. Через те, що розробка складної техніки може займати декілька років, складно передбачити зміни вартості та вартість нових технологій та матеріалів;

- суттєва зміна вартості під час збільшення обсягу продукції. Це може відбутися через те, що багато компонентів виготовляються великими серіями, тому збільшення обсягу виробництва може зменшити вартість на одиницю;

- врахування різних факторів, які можуть впливати на вартість. Наприклад, зміни валютних курсів, коливання цін на сировинні матеріали та високотехнологічні компоненти, технологічні ризики, зміни в законодавстві, наукові та технічні прориви тощо;

- суттєві зміни в геополітичній ситуації, які можуть вплинути на вартість та змінити стратегічні пріоритети військової техніки. Наприклад, наслідки російсько-української війни можуть внести значні зміни в розподіл коштів на розвиток озброєння та військової техніки;

- необхідність врахування різних сценаріїв розвитку подій, що можуть відбутися в майбутньому, та їх впливу на вартість та ефективність застосування ОВТ і ефективність використання ресурсів тощо.

Також до переліку проблем можна віднести нестачу даних про динаміку вартості техніки та зразків озброєння в умовах війни та конфліктів, а також відсутність стандартів та методик оцінки вартості з урахуванням динамічності. Це ускладнює розробку стратегій планування розвитку озброєння і військової техніки, а також прийняття обґрунтованих рішень щодо придбання, модернізації та експлуатації військової техніки. Треба розуміти, що динамічна вартість не є єдиним критерієм для оцінки ефективності військової техніки. Потрібно забезпечити баланс між вартістю, технічними характеристиками та бойовою ефективністю в залежності від поставлених завдань і потреб Збройних Сил.

Отже, для ефективного планування розвитку ОВТ ЗС України необхідно продовжувати дослідження та розробку стандартів та методик оцінки вартості з урахуванням фактору динамічності, а також забезпечити збір і аналіз даних про динаміку вартості техніки в умовах реальних конфліктів та війни. Тому метою статті є визначення порядку (логіки) процесу оцінювання повної вартості складного зразка ОВТ та розкриття особливостей урахування фактору динамічності під час формування показника повної вартості складного зразка ОВТ, а

також визначення деяких сумарних витрат удосконалення (розроблення) зразка ОВТ з позиції періоду його життєвого циклу.

4. Результати

Оцінювання вартості повного життєвого циклу складних систем ОВТ можна розбити на такі етапи:

- аналіз вимог та потреб користувачів: на цьому етапі визначаються технічні та функціональні вимоги до зразка ОВТ, а також оцінюється ринок та конкурентні переваги його у порівнянні із існуючими;

- проектування та розробка: на цьому етапі проектується та розробляється зразок ОВТ, проводяться тести та моделювання для перевірки дизайну та його функціональності;

- виробництво та випробування: на цьому етапі виробляється перший експериментальний зразок ОВТ та проводяться його випробування з метою перевірки ефективності, якості та безпеки;

- експлуатація та обслуговування: на цьому етапі проводяться ремонт та технічне обслуговування зразка ОВТ, а також оцінюється його функціональність та ефективність в реальних умовах експлуатації;

- утилізація та повторне використання: на цьому етапі здійснюється утилізація відпрацьованого зразка, або прийняття рішень щодо його удосконалення та можливість його повторного використання.

На кожному з цих етапів проводиться оцінка вартості, яка враховує всі економічні фактори, пов'язані з кожним з етапів життєвого циклу зразка ОВТ. Враховуються такі фактори, як витрати на матеріали, працю, обладнання, розробку, тестування, виробництво, обслуговування, експлуатацію, утилізацію та повторне використання. Результатом оцінювання вартості є прийняття рішення щодо того, чи є зразок ОВТ доцільним для серійного виробництва та експлуатації, а також чи є він економічно ефективним.

На етапі аналізу результатів попередніх етапів та прийняття рішення про допустимість того, щоб продовжувати виробництво виробу або вибрати альтернативний варіант. На цьому етапі також можуть враховуватися певні фактори, що не були враховані на попередніх етапах, наприклад, соціальні або етичні вимоги.

У процесі оцінювання вартості повного життєвого циклу складних систем озброєння і військової техніки важливо враховувати різні фактори, такі як економічні, технічні, соціальні, екологічні та політичні фактори. Важливо також ретельно проводити кожен з етапів оцінювання вартості повного життєвого циклу, щоб отримати точну інформацію про вартість виробу. Цей процес є складним та потребує високого рівня кваліфікації фахівців, які виконують оцінку.

Для оцінювання повної вартості складного зразка (системи) ОВТ необхідно додати усі потоки витрат за весь зразок (систему) за повний очікуваний термін служби. Знання потоків витрат допомагає забезпечити стабільність бюджету протягом усього часу. Зразок (система) ОВТ, який має невелику повну вартість, може потребувати значних додаткових витрат на його обслуговування та утримання протягом певного проміжку часу, що призводить до порушення сталості бюджету. Цей фактор необхідно враховувати при розгляданні вартісних показників бюджетно різних систем ОВТ. Під час реалізації цього простого принципу виникає велика кількість проблем, адже будь-яке прогнозування містить помилки, які зумовлені невизначеністю економічної та політичної ситуації навколо проекту в майбутньому. Чим більший час реалізації проекту, тим більшими бувають ці помилки. Уникнути їх повністю майже неможливо, але зменшити їх кількість, можна якщо під час визначення повної вартості створення (удосконалення) складного зразка ОВТ враховувати три основні групи вартісних

показників. Тобто, усі елементи вартості зразка (системи) ОВТ, які є функціями часу, необхідно розділити на три основні групи (рис. 1):

- вартісні показники досліджування, розроблення, випробування та оцінювання зразка (системи) ОВТ (СДРВО);
- вартість капітальних вкладень (підготовка виробництва та серійний випуск) (СКВ);
- експлуатація та ремонт (СЕР).

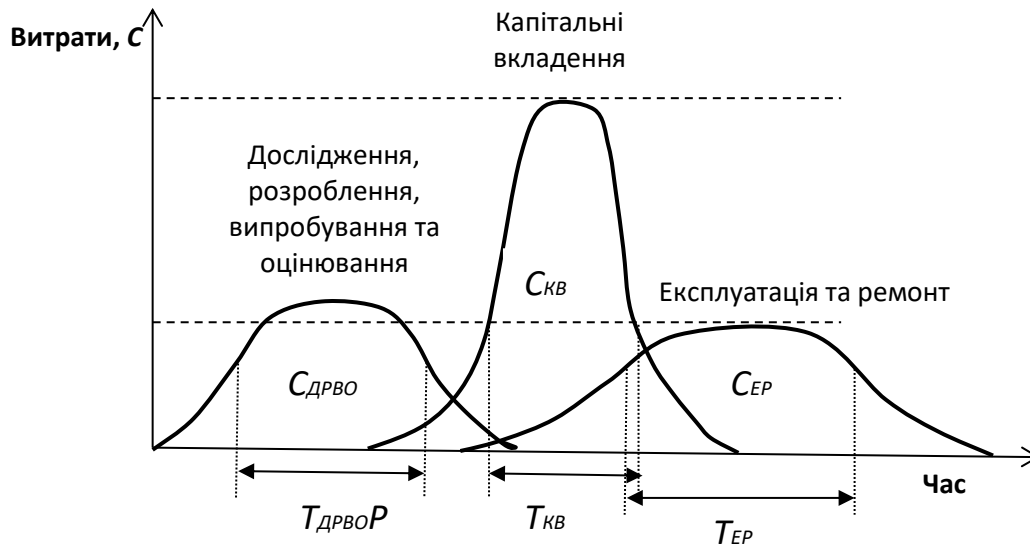


Рисунок 1 – Повний показник витрат на зразок (систему) ОВТ за часом

($T_{ЕР}$ – період експлуатації та ремонту зразка (системи) ОВТ; $T_{ДРВОР}$ – період дослідження, розроблення, випробування та оцінювання;
 $T_{КВ}$ – період капітальних вкладень)

Необхідно зауважити, що, за досвідом найбільшою складовою повного показника витрат на зразок є показник вартості капітальних вкладень, але за періодом витрат він є найменшим, адже $T_{ЕР} > T_{ДРВОР} \geq T_{КВ}$. Вартісні показники періоду дослідження, розроблення, випробування, оцінювання та періоду експлуатації та ремонту зразка (системи) ОВТ, в середньому, за часом знаходяться на однаковому рівні, але загальний обсяг витрат за період експлуатації буде перевищувати вартісні показники періоду розроблення.

Планування систем є динамічним процесом. Рішення приймаються на основі найбільш повної інформації, яка є у даний момент. При появі нової інформації або зміні умов може виникнути необхідність у проведенні іншого аналізу систем з метою забезпечення найбільш раціонального вибору із заявлених альтернатив, включаючи варіант збереження існуючого стану. Якщо виключити, що використані раніше дані, такі як: прогнозована вартість або термін служби зразка (системи) ОВТ, невірні, то єдине, що може зробити фахівець з аналізу, – це знову дослідити нові альтернативи та спробувати покращити поточний стан. При цьому повинні бути враховані минулі помилки з тим, щоб виключити можливість їх повторення у подальшому. Процес оцінювання повної вартості зразка (системи) ОВТ ґрунтується на використанні методу прогнозування вартості системи у майбутньому. Існують два типу оцінювання вартості. У першому вважається, що система складається із добре відомих елементів. Це відбувається при короткострокових замовленнях, особливо у тому випадку, якщо ці елементи обираються із числа готових виробів. У цьому випадку можна отримати досить точну оцінку повної вартості зразка (системи).

У другому випадку під час проектування зразка (системи) ОВТ виникає необхідність оцінювання вартості системи, до складу якої входять нові елементи, вартість яких ще не

визначалась, а самі елементи навіть не розроблені повністю. Тобто, формування показника повної вартості зразка (системи) ОВТ відбувається в умовах невизначеності, що ускладнює процес оцінювання. На рис. 2 наведено порядок (логіку) процесу формування показника повної вартості складного зразка (системи) ОВТ.

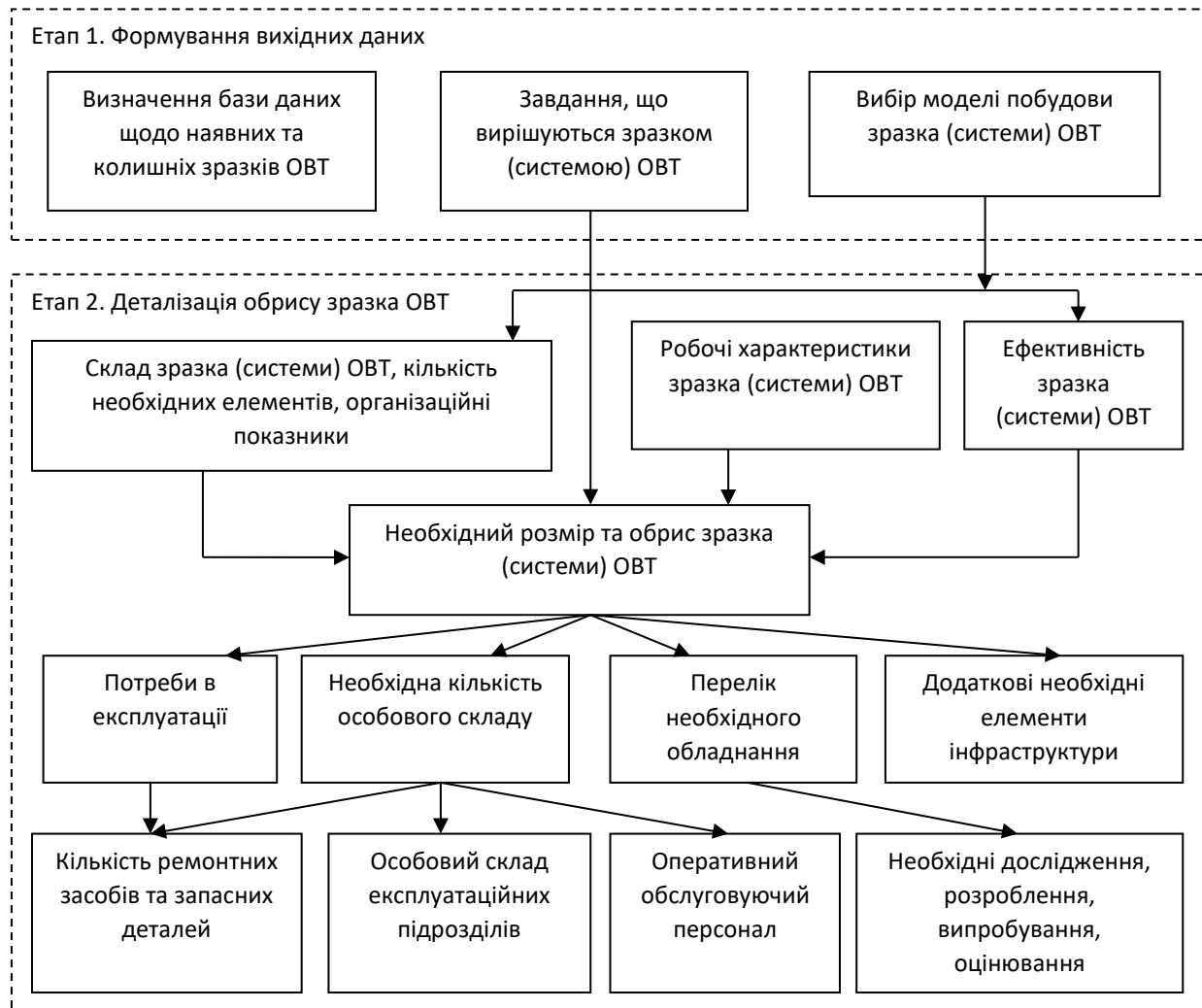


Рисунок 2 – Порядок (логіку) формування показника повної вартості складного зразка (системи) ОВТ

Робочий процес формування показника повної вартості складного зразка (системи) ОВТ можна умовно поділити на два етапи: формування бази вихідних даних та деталізації майбутнього обрису зразка (системи) ОВТ. На першому етапі відбувається пошук аналогічних зразків та їх складових з метою наповнення нового зразка існуючими елементами. На цьому ж етапі складається вартісна база показників за наявними складовими та визначаються приблизні вартісні показники нових елементів.

Деталізація обрису зразка (системи) ОВТ передбачає визначення кількісних та вартісних показників як на виробництво так і на експлуатацію та обслуговування його протягом визначеного часу.

Одним із головних завдань аналізу вартості під час першого етапу є виявлення усіх елементів витрат, які зустрічаються у межах заданого часу. Це можна зробити таким чином:

Необхідно розділити систему на складові частини із відповідним ступенем деталізації, яка узгоджує аналіз на певний період з наявними даними.

Здійснити подальший поділ елементів за функціями замовлень та за часом, включаючи науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, капітальні вкладення, а також технічне обслуговування та ремонт.

Частину цієї інформації можна отримати з моделі побудови системи, у якій вказані усі елементи, що складають повну систему, включаючи механічні та електронні пристрої, обслуговуючий склад (персонал) та обладнання. Частину інформації можна отримати із операційної моделі, у якій вказані дії, що виконуються у системі, включаючи роботу, технічне обслуговування, ремонт та забезпечення. Наступний крок полягає у визначенні кількісної потреби у даному зразку (системі). Необхідні дані можна отримати з моделі побудови системи, а також із табелів військових частин, які вказують кількісні взаємозв'язки, які існують між її окремими частинами.

Підходи щодо обґрунтування рішень про вдосконалення (оновлення) зразків озброєння та військової техніки та визначення кількісної доцільності виробництва нових зразків (систем) ОВТ викладено в [11–17]. Одним із головних критеріїв удосконалення (оновлення) ОВТ є воєнно-економічна доцільність вкладання бюджетних коштів в обраний проект.

Якщо під час аналізу зразків (систем) ОВТ показник рівня ефективності зразка (системи) визначається як постійний, тоді результати оцінювання будуть визначати кількість одиниць техніки, необхідних для досягнення заданого рівня виконання поставленого завдання. З іншого боку, якщо аналіз відбувається за умови визначення постійної вартості, то він завжди повинен відбуватися на основі послідовних наближень із визначенням вартостей одиниць техніки, з тим щоб визначити, скільки їх можна створити та оснастити, виходячи із заданого рівня витрат з обов'язковим урахуванням часової динамічності показника витрат. Виходячи із загальної кількості потрібних одиниць техніки, можна визначити потребу в елементах обраних зразків (систем) ОВТ. Деякі з них можуть уже бути в наявності та взяті від зразків (систем) ОВТ, які перебувають на озброєнні в ЗС, тобто розробляти їх знову немає потреби. Такі витрати в загальний показник повної вартості можуть не включатися або включатися частково за показниками щодо підготовки його до встановлення на зразок ОВТ (перевезення, монтаж-демонтаж тощо).

Наступним кроком формування показника повної вартості зразка (системи) ОВТ є оцінювання вартості елементів системи. Реалізація цього кроку передбачає наявність базових даних суто економічного характеру. Такі базові дані являють собою сукупність значень вартісних показників, які характеризують усі минулі та наявні витрати, очікувані при придбанні, використанні, а також технічному обслуговуванні та ремонті зразків (систем) ОВТ. Важливу частину базових економічних даних складають ті екстраполяції вартості, так звані "вартісні" оціночні співвідношення або збільшені показники, які можуть бути використані для прогнозування вартості майбутнього зразка (системи) ОВТ, ґрунтуючись на вартості відповідних систем-аналогів у минулому.

До числа прикладів таких збільшених показників можна віднести: вартість основного обладнання потужної радіолокаційної станції як функція максимальної вихідної потужності та площі антени; вартість заводського ремонту літаків як функція злітної ваги літака, його швидкості та інтенсивності польотів; вартість ракети з прискорювачем як функція її ваги, габаритів, типу ракетного палива тощо.

Різні збільшені вартісні показники відображають співвідношення витрат на основне обладнання, навчання особового складу, матеріально-технічне забезпечення, технічне обслуговування та ремонт тощо у вигляді обладнання об'єктів та робочої сили, які необхідні для виконання цих функцій. Оскільки ці характеристики отримуються, виходячи з різних технічних та робочих характеристик систем, важливо, щоб такі дані збиралися, зберігалися та аналізувалися, з тим, щоб отримані співвідношення можна було використовувати у майбутньому.

Під час формування показника повної вартості зразка (системи) ОВТ доцільно вказати на такі два аспекти, які також значно впливають на показники повної вартості, та на які прямо впливає фактор динамічності, що, в свою чергу, впливає на вартісні оцінки. По-перше, під час проведення аналізу вартісних показників слід зосередити увагу на вивченні питань щодо застосування новітніх технологій під час побудови елементів зразків (систем) ОВТ, оскільки більшість невизначеностей у цій галузі обумовлюється саме ними. По-друге, необхідно також звернути увагу на визначення відносних розбіжностей у вартості різних варіантів та не прагнути визначити її досить точне абсолютне значення, адже незначні відхилення величин вартісних показників можуть як вирівнюватися так і розбігатися через вплив фактору динамічності змін вартісних показників протягом часу розробки та життєдіяльності зразка (системи) ОВТ.

Як приклад, розглянемо логіку та фактори, які повинні враховуватися під час оцінювання вартості двох варіантів радіолокаційних систем (РЛС). Для першої системи з достатньо захищеними характеристиками необхідно змінити антенну систему (АС) РЛС та пристрої її монтування. Друга РЛС ідентична до існуючої антенної системи та пристроїв її монтування. Для побудови нової АС РЛС знадобиться певна кількість капіталовкладень, а можливо, й виконання деяких досліджень та розроблень. Операційні та експлуатаційні витрати будуть приблизно такими ж, як і для другого варіанта РЛС, але ця ж РЛС поступається за характеристиками захищеності першому варіанту. Для проведення цього аналізу необхідно мати такі дані: опис оперативних завдань, які виконують ці РЛС. Тобто ефективність їх роботи та вплив показника захищеності на ефективність виконання ними поставлених повинні бути описані у кількісному вигляді. Далі формується модель побудови системи, у якій повинні бути вказані усі її елементи, включаючи особовий склад, вироби та електронні засоби, різне обладнання тощо. Визначаються основні економічними дані, які формуються з наявної інформації відносно минулих та поточних витрат на придбання, використання, технічне обслуговування та ремонт попередніх аналогічних систем та визначається детальна логіка, якою потрібно керуватися під час оцінюванні вартості.

Функція фахівця з аналізу вартості полягає в тому, щоб перевести будь-які додаткові складності і невизначеності, які притаманні вирішенню нових задач, у вартісні еквіваленти з метою визначення витрат, необхідних для їх виконання. Часто таке переведення ускладнюється розробником системи, який прагнучи "продати" свою пропозицію, знижує та приховує деякі з цих проблем та замовчує необхідність підвищення характеристик системи або додаткову потребу в обслуговуючому персоналі, що виникає за подібних ускладнень. Тому фахівець з аналізу вартості повинен обов'язково враховувати цей фактор у процесі проведення аналізу.

Розгляд сформованої задачі в залежності від обраного критерію та оцінок може дозволити як встановлювати нову РЛС, так і відмовитися від неї, якщо врахувати часову динамічність змін як обстановки функціонування РЛС, так і вартості розроблення необхідних додаткових впроваджень для її розроблення, експлуатації, обслуговування та ремонту.

Визначення сумарних витрат удосконалення (розроблення) зразка ОВТ з позиції періоду його життєвого циклу, що розглядається, в більшості випадків здійснюється з моменту початку періоду T_0 або з моменту його закінчення T_1 , але можна витрати приводити й до інших моментів часу. Наприклад, різночасові витрати можуть бути зведені до одного моменту часу за допомогою коефіцієнта зведення α_t , який визначається як [15–21]:

$$\alpha(t) = (1 + \alpha)^t, \quad (1)$$

де t – час між моментом витрат та моментом приведення;
 α – нормативний коефіцієнт ефективності вкладень.

Нормативний коефіцієнт ефективності в більшості випадків береться як 0,1–0,15 [3]. Для військової техніки його вважають коефіцієнтом умовної рентабельності [15–17].

У загальному випадку величину зведених витрат на момент початку періоду \bar{C}_0 , що розглядається, можна визначити як:

$$\bar{C}_0 = \int_0^{T_0} c(t) \cdot \alpha(t) dt, \quad (2)$$

де $c(t)$ – поточні витрати за одиницю часу в момент t .

Величину зведених витрат C_m , залежно від моменту їх приведення m , можна розрахувати як:

$$C_1 = \int_0^{T_m} c(t) \cdot \alpha(t - \tau) dt, \quad (3)$$

де τ – тривалість створення заданої кількості зразків ОВТ.

Треба зазначити, що зміни моменту зведення витрат, зазвичай еквівалентні множенню загальної суми на постійний множник, який дорівнює $(1 + \alpha)^{\Delta t}$, де Δt – тривалість проміжку часу між двома моментами зведення, цей показник не впливає на співвідношення різних груп витрат. Розподіл витрат за часом у програмах розвитку ОВТ складається з витрат на різні етапи життєвого циклу ОВТ, тобто витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, капітальне будівництво та серійне виробництво. Одним із способів визначення витрат на етапи життєвого циклу елементів ОВТ без зведення витрат до єдиного моменту часу був розглянутий у [12]. Якщо приймати ці витрати рівномірно розподіленими на відрізок часу, протягом якого вони реалізуються, та, позначаючи їх як $\beta = 1 + \alpha$, зведення їх до моменту закінчення планового періоду можна здійснювати так:

$$\bar{C}_{\text{НДДКР } 1} = \sum_j \frac{C_p^j}{T_{\text{НДДКР } 1}^j - T_{\text{НДДКР } 0}^j} \cdot \int_{T_{p,0}^j}^{T_{p,1}^j} \beta^{T_1 - t} dt = \frac{\beta^{T_1}}{\ln \beta} \sum_j \frac{C_{\text{НДДКР}}^j}{T_{\text{НДДКР}}^j} \cdot \left(\beta^{T(j)}_{\text{НДДКР } 0} - \beta^{T(j)}_{\text{НДДКР } 1} \right), \quad (4)$$

$$\bar{C}_{\text{вир. } 1} = \sum_j \frac{\sum_h \sum_i C_{ik}^j}{\tau_h^j} \cdot \int_{T_{p,1}^j}^{T_{p,1}^j + \tau_0^j} \beta^{T_1 - t} dt = \frac{\beta^{T_1}}{\ln \beta} \sum_j \frac{\sum \sum C_{i0}^j}{\tau_0^j} \cdot \beta^{-T_{p,1}^j}, \quad (5)$$

$$\bar{C}_{\text{к.б.уд.}} = \sum_j (N^j \cdot \bar{C}_{\text{пр. } 1}^j + \bar{C}_{\text{поб. } 1}^j). \quad (6)$$

- де $\bar{C}_{\text{НДДКР } 1}$, $\bar{C}_{\text{вир. } 1}$, $\bar{C}_{\text{к.б.уд. } 1}$ – витрати на НДДКР, серійне виробництво та капітальне будівництво, які зведені на кінець планового періоду;
- C_p^j – вартість НДДКР щодо забезпечення елемента ОВТ згідно з j -м проектом;
- $(T_{\text{НДДКР } 1}^j - T_{\text{НДДКР } 0}^j)$ – тривалість НДДКР та моменти початку та кінця розроблення елемента ОВТ згідно з j -м проектом;
- T_1 – момент закінчення планового періоду;
- C_{ik}^j – середня вартість створення i -го зразка j -го проекту на k -му підприємстві;
- τ_h^j – тривалість виробництва заданої кількості зразків j -го проекту;
- N^j – задана до випуску в плановому періоді кількість зразків j -го проекту;

$\bar{C}_{пр.1}^j, \bar{C}_{поб.1}^j$ – витрати на проектування та побудову об'єктів капітального будівництва під монтування елемента ОВТ j -го проекту, які зведені на кінець планового періоду.

Під час складання програм розвитку ЗС та ОВТ ЗС України необхідно враховувати експлуатаційні витрати на елементи ОВТ. У найбільш узагальненому вигляді формула для зведення експлуатаційних витрат на кінець програмного періоду буде мати вигляд:

$$\bar{C}_{експ.1}^j = \bar{C}_{пр.1}^j + \bar{C}_{поб.1}^j \int_0^T N^j(t) \cdot c_{експ}^j \cdot \beta^{T-1-t} dt. \quad (7)$$

де $c_{експ}^j$ – річні експлуатаційні витрати на один зразок ОВТ j -го проекту;
 $N^j(t)$ – кількість зразків ОВТ j -го проекту, які перебувають в експлуатації на момент часу t .

5. Висновки

Урахування фактору динамічності вартості складних зразків озброєння і військової техніки під час модернізації ОВТ Збройних Сил України є дуже важливим напрямом досліджень в умовах сучасної геополітичної ситуації. Після російсько-української війни стало очевидним, що Україні потрібно модернізувати свої ОВТ та забезпечити їх ефективною захистом від ворожої агресії.

Дослідження в цій області повинні базуватися на зборі та аналізі даних про вартість різних компонентів техніки, зокрема, про вартість матеріалів, робочої сили, комплектуючих та інших витрат. Крім того, дослідження мають включати в себе аналіз ринкових тенденцій, технологічних зрушень та інших факторів, що впливають на вартість техніки.

Окрім того, важливо враховувати фактор динамічності вартості, що пов'язаний зі змінами цін на матеріали, зростанням вартості робочої сили, зміною курсу валют та іншими факторами. Врахування цього фактору дозволить побудувати більш точні моделі вартості ОВТ та забезпечити ефективне управління витратами під час їх модернізації.

Подальші дослідження в цій області мають спрямовуватися на удосконалення методів оцінки вартості ОВТ та розробку нових моделей, що дозволяють урахувувати динамічний характер зміни вартості. Таким чином, урахування фактору динамічності вартості складних зразків озброєння та військової техніки під час їх модернізації є дуже важливим завданням для ЗС України в умовах сучасної геополітичної ситуації. Дослідження в цій області повинні бути націлені на вивчення динамічної природи вартості, зокрема, на розумінні факторів, що впливають на зміну вартості протягом життєвого циклу складних систем ОВТ.

Для подальших досліджень в цій області також можуть бути запропоновані такі напрями:

- аналіз впливу факторів зовнішнього середовища (геополітичної ситуації, технологічних досягнень, економічної кон'юнктури тощо) на вартість складних систем ОВТ;
- розробка методик оцінювання динамічності вартості та її змінності протягом життєвого циклу складних систем ОВТ;
- визначення ризиків зміни вартості та їхнього впливу на програми модернізації складних систем ОВТ;
- розробка стратегій управління вартістю складних систем ОВТ із урахуванням динамічності їх вартості протягом життєвого циклу.

6. Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

7. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Втрати військової техніки у російсько-українській війні з 2014. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8%D1%83%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96> (%D0%B7 2014).
2. Наслідки російського вторгнення в Україну. (2022). URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%B2%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%83> (2022).
3. Щодо створення та будівництва головного корабля класу "корвет" проекту 58250. Окреме доручення ТВО НГШ №121/с від 09.01.2014 р. К.: ГШ ЗС України, 2014. 2 с.
4. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений, рационализаторских предложений URL: <http://www.economicantu.com.ua/>.
5. Жуков, Г. П. Военно-экономический анализ и исследование операций: учеб. для слуш. Воен. фин. экон. ф-та при Мос. Фин. ин-те. М.: Воениздат, 1987. 440 с.
6. Семененко, О. М. Обґрунтування вимог до

References

1. Losses of military equipment in the Russian-Ukrainian war since 2014. Available from : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8%D1%83%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96> (%D0%B7 2014).
2. Consequences of the Russian invasion of Ukraine. (2022). Available from : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%B2%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%83> (2022).
3. Regarding the creation and construction of the main ship of the "corvette" class of project 58250. Separate order of TVO NGSH No. 121/s dated 09.01.2014. Kyiv: General Staff of the Armed Forces of Ukraine, 2014. 2 p.
4. Methodology for determining the economic efficiency of the use of new technology in the national economy, invented and proposed by rationalizers. Available from : <http://www.economicantu.com.ua/>.
5. Zhukov, G. P. Military economic analysis and research of operations: Moscow: Voenizdat, 1987. 440 p.
6. Semenenko, O. M. Justification of the requirements for the cost of weapons and

- вартості озброєння та військової техніки під час розроблення тактико-технічних вимог до них. *Наук.-практ. журнал Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2013. № 3 (18). С. 43–46.
7. David J. Yates. Life-Cycle Cost and Economic Analysis.
8. B.S. Dhillon. Life Cycle Costing for Engineers.
9. Семененко, О. М. Методичний підхід до воєнно-економічного обґрунтування рішень про вдосконалення (оновлення) зразків озброєння та військової техніки. *ЗНП ЦНДІ ЗС України*. 2013. № 3 (65). С. 179–189.
10. Systems Engineering Guidebook: A Process for Developing Systems and Products. (NASA).
11. Donald Towey. Handbook of Life Cycle Costing for Construction.
12. Семененко О. М. Методичний підхід до вирішення задач воєнно-економічного обґрунтування розвитку озброєння та військової техніки *Повітряних Сил ЗС України*. *ЗНП ДНДІА*. 2013. № 9 (16). С. 18–25.
13. Defense Acquisition Guidebook. (U.S. Department of Defense).
14. Life Cycle Cost Analysis: A Decision Support Model for Equipment Procurement. (National Defense Industrial Association).
15. Joseph C. Hartman Engineering Economy and the Decision-Making Process.
16. Kwang Y. Lee. Life Cycle Cost Analysis in Engineering, Planning, and Management.
17. Транезников, В. А. Автоматическое управление в экономике. М.: "Автоматика и телемеханика".
18. Саркисян, С. А. Оценка авиационных и ракетных комплексов по экономическому критерию.
19. Андреева, В. Г. Некоторые особенности определения сумарних затрат на создание и содержание технических систем URL: <http://www.nau.su/observer/>.
20. Программно-целевое планирование развития вооружения и военной техники 2013. URL:
- military equipment during the development of tactical and technical requirements for them. *Scientific and practical magazine Modern information technologies in the field of security and defense*. 2013. No. 3 (18). P. 43–46.
7. David J. Yates. Life-Cycle Cost and Economic Analysis.
8. B.S. Dhillon. Life Cycle Costing for Engineers.
9. Semenenko, O. M. Methodical approach to the military-economic justification of decisions on improving (updating) samples of weapons and military equipment. *ZNP TsNDI of the Armed Forces of Ukraine*. 2013. No. 3 (65). P. 179–189.
10. Systems Engineering Guidebook: A Process for Developing Systems and Products. (NASA).
11. Donald Towey. Handbook of Life Cycle Costing for Construction.
12. Semenenko O. M. Methodical approach to solving the problems of military-economic substantiation of the development of weapons and military equipment of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. *ZNP DNDIA*. 2013. No. 9 (16). P. 18–25.
13. Defense Acquisition Guidebook. (U.S. Department of Defense).
14. Life Cycle Cost Analysis: A Decision Support Model for Equipment Procurement. (National Defense Industrial Association).
15. Joseph C. Hartman Engineering Economy and the Decision-Making Process.
16. Kwang Y. Lee. Life Cycle Cost Analysis in Engineering, Planning, and Management.
17. Traneznikov, V. A. Automatic management in economics. Moscow: "Automatics and telemechanics".
18. Sarkisyan, S. A. Evaluation of aviation and missile complexes according to economic criteria.
19. Andreeva, V. G. Some features of determining total costs for the creation and maintenance of technical systems. Available from : <http://www.nau.su/observer/>.
20. Program and target planning for the development of weapons and military

- <http://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary>.
21. Плюта, В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании. М.: Финансы и статистика, 1989. 176 с.
22. Демидов Б. А., Величко А. Ф., Волощук И. В. Системно-концептуальные основы в военно-технической области. Книга I. Концептуальные основы и элементы национальной безопасности К.: ТОВ "Технологічний парк", 2004. 733 с.
- equipment in 2013. Available from : <http://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary>.
21. Plyuta, V. Comparative multivariate analysis in econometric modeling. Moscow: Finances and Statistics, 1989. 176 p.
22. Demidov B. A., Velychko A. F., Voloshchuk I. V. System-conceptual foundations in the military-technical area. Book I. Conceptual foundations and elements of national security Kyiv: TOB "Technology Park", 2004. 733 p.