

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗА УЗАГАЛЬНЕНИМ КРИТЕРІЄМ «ЕФЕКТИВНІСТЬ – ВАРТІСТЬ – ЧАС»

Запропоновано метод порівняння варіантів модернізації озброєння і військової техніки за узагальненим критерієм «ефективність – вартість – час». На відміну від відомих, метод дозволяє здійснювати техніко-економічне обґрунтування, практичне порівняння та вибір варіантів модернізації, розробки або закупівлі технічних систем з урахуванням узагальненого критерію. Основою критерію є фізично зрозумілий показник у виді приросту відсотків ефективності на кожний відсоток середньгеометричної витрати ресурсів фінансів і часу на модернізацію.

Ключові слова: варіанти модернізації озброєння; критерій «ефективність – вартість – час»; показник порівняння варіантів модернізації.

Вступ та постановка задачі. Техніко-економічне обґрунтування, практичне порівняння та вибір варіантів розробки будь-яких технічних систем, відповідно до державних стандартів, а також згідно зі стандартами, щодо техніко-економічного обґрунтування розробки озброєння і військової техніки, – все це можливо здійснювати у повному обсязі лише після одержання великої кількості конкретних технічних параметрів зразка озброєння, коли є відомим не тільки його конкретний вид, але і є відомими і затвердженими результати ескізного проектування озброєння.

Попередньо системне, тобто теоретичне, порівняння і вибір варіанта озброєння із сукупності альтернативних, через невизначеності випадкового, антагоністичного і природного характеру, часто здійснюють за критерієм «ефективність – вартість» [1-3].

Але цей критерій є більш зручним, коли мова йде про порівняння варіантів розробки нового озброєння. Технічне завдання формування і використання критерію, більш прийняттого у випадку обґрунтування рішення на модернізацію з урахуванням фактора часу, залишається зараз актуальним. Це є особливо актуальним в умовах обмежених можливостей промислової бази для здійснення модернізації та відсутності своєчасного оновлення зразків озброєння.

Метою статті є розгляд і дослідження іншого критерію, а саме, критерію «ефективність – вартість – час», який є більш прийнятним, особливо у випадку, якщо мова йде про завдання пошуку альтернативи модернізації зразка озброєння, термін експлуатації якого є завжди обмеженим або суттєво обмеженим.

Останній аргумент підтверджує, що під час прийняття рішень про доцільність модернізації будь-якого зразка озброєння важливою є необхідність враховувати фактор дефіциту часу на модернізацію та фактор наявності достатнього рівня остаточного технічного ресурсу зразка.

Виклад основного матеріалу. Метод вирішення науково-технічного завдання вибору альтернативи, наприклад, деякого ракетно-гарматного комплексу, згідно до вимог стандартів, що існують зараз, з урахуванням *ефективної протидії* сучасним засобам супротивника на потрібній дальності, в процесі застосування зразка за призначенням, більш доцільно пов'язувати не тільки з *витратами фінансів*, але і з *оцінкою часу*, потрібного для вдосконалення варіанту озброєння, який необхідно модернізувати або замінити його новим (після його розробки чи закупівлі).

Вирішення завдання порівняння і вибору прийняттого зразка з альтернативних варіантів впровадження нового шляхом: його модернізації або розробки подібного, або закупівлі рівноцінного існуючому зразку озброєння, доцільно здійснювати на основі застосування критерію «ефективність – вартість – час». Критерій максимізує показник у вигляді нормованого приросту бойової ефективності існуючого зразка, який віднесено до нормованого середньгеометричного приросту витрат фінансових ресурсів і часу для досягнення ефекту від впровадження зразка.

Сутність і особливості застосування цього критерію, тобто правила для порівняння альтернатив і вибору однієї із декількох, потребує далі додаткових пояснень.

На етапі ескізного проектування зразка озброєння конкретного виду і відомого призначення, який повинен мати показники якості, що є більш високими, ніж у існуючого аналогу, здійснюється шляхом розв'язання декількох завдань. Поряд з максимізацією позитивного ефекту, необхідно врахувати і можливості виконання робіт за варіантом з урахуванням наявності відповідної промислової бази, який є обраним із сукупності альтернативних. Необхідно врахувати також достатність ресурсів і наявного часу на досягнення мети впровадження зразка нового типу.

Порівняння варіантів і вибір найбільш прийняттого із сукупності можливих є науково-технічною задачею, яка відноситься до класу погано визначених через невизначеності, які раніше були вказані.

У реальних умовах, окремо, необхідно враховувати: суттєве відставання рівня реальних можливостей промислової бази для реалізації плану розробки і впровадження нового комплексу; рівень потреб у нових зразках під час відсутності планового оновлення зразків подібних засобів і процесу планового вдосконалення їх показників якості. Все це попередньо визначає зміст і форму критерію для порівняння альтернативних варіантів і вибору більш прийняттого.

У показнику якості варіантів розробки комплексу необхідно враховувати також фактор фізичного і морального старіння зразків систем, які необхідно застосовувати сумісно з новим зразком озброєння, за умов витрат часу на розробку і впровадження нових науково-технічних рішень.

Таким чином, найбільш прийнятним показником доцільності конкретного зразка озброєння по кожному з можливих варіантів є показник «ефективність – вартість – час».

В якості цього показника, який адекватно віддзеркалює перевагу з урахуванням ефективності, фінансових і часових витрат на реалізацію кожного із варіантів розробки комплексу, доцільно прийняти відношення нормованого прирощення його ефективності, що очікується у зв'язку з впровадженням нового зразка до середньгеометричної величини добутку нормованих фінансових витрат та витрат часу на цю розробку і впровадження. При цьому нормування повинно здійснюватися відповідними параметрами, що характеризують аналог подібного зразка перед його заміною на новий.

При такій побудові, що пропонується, цей показник має зрозумілий фізичний сенс і чітке як кількісне, так і фізичне визначення. Він показує: *на яку кількість відсотків збільшиться ефективність зразка нового комплексу озброєння на кожен відсоток узагальнених часово-фінансових витрат на це збільшення за обраним варіантом.*

При цьому витрати часу на розробку і впровадження технічних рішень доцільно визначати у виді різниці між остаточними значеннями остаточного строку експлуатації зразка до початку та після закінчення розробки і впровадження нового комплексу.

Показник, тобто *цільова функція*, що відповідає цілі операції порівняння альтернативних варіантів модернізації і вибору прийняттого варіанта удосконалення зразка озброєння дорівнює

$$E = \frac{\Delta Q/Q}{\sqrt{[(\Delta S/S) \cdot (\Delta T/T)]}}, \quad (1)$$

де Δ – прирощення кожного з параметрів (аргументів) показника (функції) E , що очікується у випадку впровадження конкретного варіанта;

Q – показник ефективності попереднього зразка, який існував до впровадження оновленого зразка;

S – середня остаточна вартість зразка, який підлягає заміні під час модернізації;

T – середній остаточний строк експлуатації зразка (до моменту початку модернізації або розробки нового зразка), який підлягає заміні новим.

Тоді критерій (цільова функція) для техніко-економічного порівняння і вибору альтернативи доцільно сформулювати у виді максимального значення запропонованого показника зі всієї сукупності, що є обчисленою для кожного з m значень альтернативних варіантів модернізації, розробки (або закупівлі) зразка, у вигляді

$$E^* = \max_{i=1 \dots m} \frac{\Delta Q_i / Q}{[(\Delta S_i / S) \cdot (\Delta T_i / T)]^{0,5}}, \quad (2)$$

$$\Delta Q_i = Q_i - Q; \quad \Delta S_i = S_i - S; \quad \Delta T_i = T_i - T,$$

де Q_i – показник ефективності зразка після його оновлення по i -му варіанту;

S_i – вартість зразка після реалізації i -го варіанта його оновлення;

T_i – середній остаточний строк застосування зразка, який експлуатується в мить закінчення впровадження зразку, який модернізовано, розроблено (або закуплено) за i -м варіантом.

Розглянемо (для ілюстрації застосування методу) деякий приклад практичного застосування методу порівняння варіантів удосконалення озброєння, наприклад, гарматного ракетного комплексу (ГРК) ближньої дії.

Метою модернізації є забезпечення протидії перспективним засобам нападу шляхом збільшення його дальності дії, захищеності та збільшення ймовірності ураження цілей.

Альтернативними варіантами оновлення парку ГРК будемо вважати:

варіант 1 – замість розробки нового ГРК здійснюється закупівля кількості перспективних зразків ГРК нового типу;

варіант 2 – здійснюється розробка та виробництво необхідної кількості перспективних ГРК з бойовою ефективністю, що є подібною ефективності ГРК нового типу.

Доцільно враховувати для ілюстрації методу наступні гіпотетичні дані:

кількість ГРК, які потрібні, складає..... 50 од;
ринкова вартість одного зразка нового типу..... 160 млн. грн.;
рентабельність виробництва та збуту подібного ГРК..... 0,5;
термін розробки нового ЗГРК може скласти..... 5 років;
час для виробництва кількості ЗГРК, яка потрібна..... 2 роки.

Для орієнтованої оцінки загальних витрат $S_{\text{рп}}$ на виробництво і виготовлення кількості ГРК, які потрібні, використовуємо рівняння, яке відображає залежність рентабельності R виробництва і збуту перспективного ГРК від вартості S_0 одного зразка, від кількості n вироблених зразків і загальних витрат $S_{\text{рп}}$ на розробку та виробництво ГРК.

$$R = (S_0 \cdot n - S_{\text{рп}}) / S_{\text{рп}}; \quad S_{\text{рп}} = S_0 \cdot n / (1 + R) = 20 \times 8 \times 50 / (1 + 0,5) = 5,3 \text{ млрд. грн.}$$

Оцінюючи в якості прикладу остаточну середню вартість ГРК, парк якого складає, наприклад, 50 одиниць вартістю кожного $S = 30$ млн. грн., знайдемо відносні фінансові витрати для варіанту 1 і варіанту 2. За цих умов отримаємо відносні фінансові витрати для кожного з варіантів:

$$\Delta S_1 / (n \cdot S) = (20 \times 8 \times 50 - 1500) / (50 \times 30) = 4,3;$$

$$\Delta S_2 / (n \cdot S) = (5300 - 1500) / (50 \times 30) = 2,5.$$

Остаточний середній термін експлуатації приймемо (в якості прикладу), що він дорівнює 10 рокам. Тоді відносні витрати часу на реалізацію кожного із двох варіантів (з урахуванням термінів закінчення процесу оновлення парку ГРК) дорівнюють:

$$\Delta T_1/T = (10 - 8)/10 = 0,2; \quad \Delta T_2/T = (10 - 3)/10 = 0,7.$$

В результаті отримаємо оцінки показників для кількісного порівняння варіантів оновлення ГРК і вибору більш прийняттого (за умов сумірних рівнів бойової ефективності для двох варіантів) у вигляді:

$$E_1 = \Delta Q / [(\Delta S_1 / (n \cdot S)) \times (\Delta T_1 / T)]^{0,5} = \Delta Q / (4,3 \times 0,2)^{0,5} = \Delta Q / 0,93;$$

$$E_2 = \Delta Q / [(\Delta S_2 / (n \cdot S)) \times (\Delta T_2 / T)]^{0,5} = \Delta Q / (2,5 \times 0,7)^{0,5} = \Delta Q / 1,32.$$

Таким чином, варіант 1 (оновлення парку ЗГРК шляхом його закупівлі), незважаючи на його більш високу вартість, є у 1,5 рази більш прийнятним через занадто великі витрати часу на реалізацію варіанта 2.

Результат розрахунків, що одержаний згідно до даних прикладу, показує, лише те, що по критерію приросту на декілька відсотків ефективності модернізації зразка озброєння на кожний відсоток витрат на модернізацію є більш прийнятним у випадку прийняття рішень діяти відповідно до варіанту 1. Саме в тому і виявляється корисність цього методичного апарату, що від допомагає особі, що приймає рішення, об'єктивно оцінити ситуацію, перш за все, сприяє його орієнтації до моменту прийняття важливого рішення, право на яке належить тільки і тільки людині, яка і відповідає за наслідки цього рішення.

У даному випадку рішення особи, що приймає рішення, завдяки урахуванню додаткових факторів: *політичних; воєнно-економічних; науково-технічних може бути також інішим, наприклад, наступним.*

В умовах відсутності воєнної загрози, коли фактор витрат часу не є головним, навіть при наявності фінансових обмежень, а також з урахуванням перспектив потрібного розвитку військово-промислового потенціалу країни та перспектив оборонного бізнесу в умовах достатньо високого науково-технічного потенціалу країни, *більш перспективним, згідно з даним прикладом, є все ж таки варіант 2.*

Для подолання невизначеностей антагоністичного характеру під час порівняння альтернативних варіантів модернізації з метою вибору більш прийняттого, доцільно використовувати *принцип мінімакса цільової функції* (1).

Реалізація цього принципу вимагає, по-перше, урахування сукупності варіантів застосування майбутнього озброєння в можливих умовах протидії з боку ймовірного противника, по-друге, виявлення (для подальших розрахунків) із цієї сукупності такого варіанта модернізації, при якому цільова функція приймає найменше значення; по-третє, здійснення вибору далі такого варіанту модернізації озброєння, який максимізує цільову функцію в найбільш складних умовах через найбільш ефективні дії противника, що очікуються.

В такому разі критерій для порівняння альтернатив і вибору кращої має наступний вид

$$E = \max_Y \min_X \frac{\Delta Q(X, Y) / Q(X, Y)}{\sqrt{[(\Delta S(X, Y) / S(X, Y))] \cdot [(\Delta T(X, Y) / T(X, Y))]}}, \quad (3)$$

де X – вектор варіантів можливих умов протидії з боку ймовірного противника;

Y – вектор варіантів модернізації озброєння, який максимізує цільову функцію в найбільш складних умовах застосування озброєння.

Висновки.

1. Метод обґрунтування напрямку удосконалення озброєння дозволяє достатньо об'єктивно на підставі узагальненого критерію, який має зрозумілий сенс, порівнювати альтернативні варіанти напрямків, що не сприяє особі, яка приймає рішення, краще орієнтуватися в ситуації під час обґрунтування (підготовки) і прийняття рішення.

2. Розробка і застосування відповідного програмного продукту на основі цього методу дає можливість суттєво спростувати і прискорювати необхідні розрахунки, навіть в умовах великої кількості альтернативних варіантів, а також в умовах дії невизначеностей випадкового і антагоністичного характеру.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений / Д. Марси Реф.сб. «Экономика промышленности». – 1980. – №1 – С. 22-27.
2. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн – М., 1978. – 290 с.
3. Саркисян С.А. Теория прогнозирования и принятия решений. – М., 1977. – 355 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В., начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Никул С.А.

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ПО ОБОБЩЕННОМУ КРИТЕРИЮ «ЭФФЕКТИВНОСТЬ - СТОИМОСТЬ - ВРЕМЯ»

Предлагается метод сравнения вариантов модернизации вооружения и военной техники по обобщенному критерию «эффективность – стоимость – время». В отличие от известных, метод позволяет осуществлять технико-экономическое обоснование, практическое сравнение и выбор вариантов модернизации, разработки или закупки технических систем с учетом обобщенного критерия. Основа критерия – это физически понятный показатель в виде прироста процентов эффективности на каждый процент среднегеометрических затрат ресурсов финансов и времени на модернизацию.

Ключевые слова: варианты модернизации вооружения; критерий «эффективность – стоимость – время»; показатель для сравнения вариантов модернизации.

S. NIKUL

COMPARE UPGRADE OPTIONS WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT ON GENERALIZED CRITERIA «EFFICIENCY - COST – TIME»

The options comparison method for armament and military equipment upgrade according to the generalized "efficiency - cost - time" criteria is offered. Unlike the known ones, this method allows for feasibility study, practical comparison and choice of options for upgrade, development or purchase of engineering systems in respect of the generalized criteria. The basics of the criteria is a logically apprehensible indicator, namely increase of efficiency percentage per every percent of geometric average of financial expenditures and time for the upgrade.

Keywords: options for armament upgrade, «efficiency - cost – time» criteria, indicator for comparison of upgrade options.