

УДК 623.094:330.133.7

О.Б. Котов, О.Б. Леонтьєв<sup>1</sup>, А.Г. Дмитрієв<sup>2</sup>, А.С. Хижняк<sup>2</sup><sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків<sup>2</sup> Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

## МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ СЕРІЙНИХ ЗРАЗКІВ ПЕРСПЕКТИВНИХ (МОДЕРНІЗОВАНИХ) АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

Розроблена методика оцінювання базується на основі застосування екстраполяційно-статистичного методу та дозволяє достатньо точно описати поведінку залежності вартості від узагальненого показника якості комплексу авіаційного озброєння, при відповідних умовах взятих для відповідної вибірки.

**Ключові слова:** узагальнений показник якості, авіаційний засіб ураження, математична модель.

### Вступ

**Постановка задачі.** Для виконання тактико-техніко-економічного обґрунтування зразків озброєння і військової техніки (ОВТ) необхідно визначення або прогнозування їхньої вартості. У структурі вартості повинні враховуватися витрати на всіх етапах життєвого циклу зразка: вартість розробки, серійного виробництва, експлуатації. Особливу гостроту задача прогнозування вартості отримує при необхідності наблизити авіаційні засоби ураження (АЗУ) до критерію «ефективність – вартість» з самого початку розробки – при обґрунтуванні концепції перспективного зразка АЗУ, коли має місце значний рівень невизначеності його вигляду [1].

**Аналіз останніх матеріалів.** Широке використання критерію «ефективність – вартість» обумовлене, як різноманіттям факторів, які впливають на якість узагальнених показників складних технічних систем (виробів), якими є АЗУ, так і високою вартістю процесу розробки і виготовлення цих виробів. Тому особливо важливо попереднє обґрунтування передумов для розробки і формування методології оцінки якості складної технічної системи на базі аналізу її узагальнених показників [1].

Питання оптимізації якості і затрат активно обговорюється в теперішній час. Виходячи з економічної ситуації, яка склалася в державі за останні десятиріччя, військово-промислового комплексу (ВПК) пропонується більш раціональне використання виробничо-технічного потенціалу всього господарства, всіх матеріальних і трудових ресурсів. Ефективним інструментом виявлення нових джерел економії ресурсів при виробництві і експлуатації виробів у 80-ті роки СРСР був признаний функціонально-вартісний аналіз (ФВА). Основна мета ФВА полягає в тому, що функція виражає певну потребу, і розробник прагне щоб її реалізувати за допомогою найбільш досконалих технічних рішень. Метод ФВА розглядає реалізацію заданої функції за допомогою альтернативних технічних рішень у поєднанні з їх економічною оцінкою. Важливо підкреслити, що ФВА ставить перед собою мету раціоналізації не тільки виробничих чи експлуатаційних

витрат, але і всіх затрат, які пов'язані з використанням ресурсів при розробці виробу, при підготовці і освоєнні виробу виробництвом, в ході його експлуатації, при утилізації його матеріальних складових [2]. Функціональний підхід і вартісна оцінка технічних рішень, які вибираються – не єдині особливості методу ФВА. Важливою особливістю є комплексний, цільовий характер досліджень, коли кожний аналіз проводиться по програмі, яка складається з підготовчого, інформаційного, аналітичного, творчого, дослідницького, рекомендаційного і впроваджувального етапів. ФВА властивий системний підхід. Керуючись цим, досліджуваній об'єкт розглядається як система, яка з однієї сторони є сукупністю взаємозв'язаних складових частин, а з іншої – ланка найбільш складної системи. Тому рішення відносно ступеня виконання функції і її вартості здійснюється обов'язково з урахуванням того впливу, яке воно зробить на повноцінне функціонування системи і витрати на неї в цілому [1, 3]. Одною із складових ФВА є прогнозування затрат на забезпечення функцій відповідного виробу.

**Метою даної статті** є розробка методики прогнозування вартості перспективних (модернізованих) АЗУ на основі екстраполяційно-статистичного методу.

### Основний матеріал

Прогнозування вартості озброєння і техніки може проводитися з використанням наступних методів прогнозування: експертні і аналогові; екстраполяційно-статистичні; нормативно - калькуляційні.

Всі ці методи повинні враховувати фактори, що впливають на вартість, а саме: тактико-технічні характеристики (ТТХ) зразка, кількість зразків, вироблених на кожному з етапів, техніко-економічні умови на підприємствах, що займаються розробкою або виробництвом (ступінь завантаження, рівень спеціалізації і наступності по попередніх зразках і таке інше), техніко-економічні умови в галузі (зміна цін, ріст продуктивності, праці і таке інше).

Застосування того або іншого методу прогнозування визначається тим, на якій стадії перебуває зразок у момент прогнозування.

Експертні і аналогові методи застосовуються на ранніх стадіях етапу розробки, коли немає даних для визначення майбутніх витрат із застосуванням кількісних залежностей. На цій стадії експерти повинні дати свій висновок про те, чи будуть очікувані витрати на новий зразок вище, нижче або будуть істотно відрізнятися від альтернативних або існуючих систем. Досвідчені фахівці з компонентів зразка здатні вказати досить вузькі границі очікуваних витрат шляхом порівняння оцінюваних об'єктів з раніше розробленими і існуючими прототипами.

Використання аналогових методів для визначення витрат на експлуатацію зв'язано або з порівнянням витрат на експлуатацію аналогічного зразка, або з визначенням витрат у частках вартості зразку.

Екстраполяційно-статистичні методи, які враховують ГТХ зразків і пропонований обсяг виробництва, використовуються на стадіях розробки технічної пропозиції і ескізного проекту. Їхнє застосування припускає наявність великого статистичного матеріалу, що дозволяє одержати залежність вартісних показників від рівня основних показників бойових технічних характеристик. Такі залежності будуть справедливими для зразків, які близькі по компоновчій схемі, конструктивні рішення яких не ма-

ють корінних, принципів відмінностей. Нормативно-калькуляційні методи застосовуються при наявності норм і нормативів матеріальних, трудових і грошових витрат і наявності за зразком озброєння або техніки докладної документації. У цьому випадку система в цілому і витрати на неї підрозділяються на детальні компоненти, для кожного з компонентів здійснюється оцінка за певною структурою витрат, окремі оцінки по компонентах уточнюються до одержання обґрунтованих результатів. Внаслідок великого обсягу детальних оцінок застосування нормативно-калькуляційних методів є досить дорогим [4 – 7].

Слід додати, що не дивлячись на свою привабливість, метод ФВА орієнтований на вибір такого технічного рішення, при якому має місце оптимальне співвідношення між корисністю (споживчими властивостями) продукції і затратами на її створення і використання. Для визначення вигляду залежності вартості серійного АЗУ від узагальненого показника якості було використано відомий екстраполяційно-статистичний метод та функціональний аналіз. Запропонований методичний підхід для побудови математичної моделі (ММ) прогнозування вартості зразків перспективних АЗУ представлений на рис. 1.

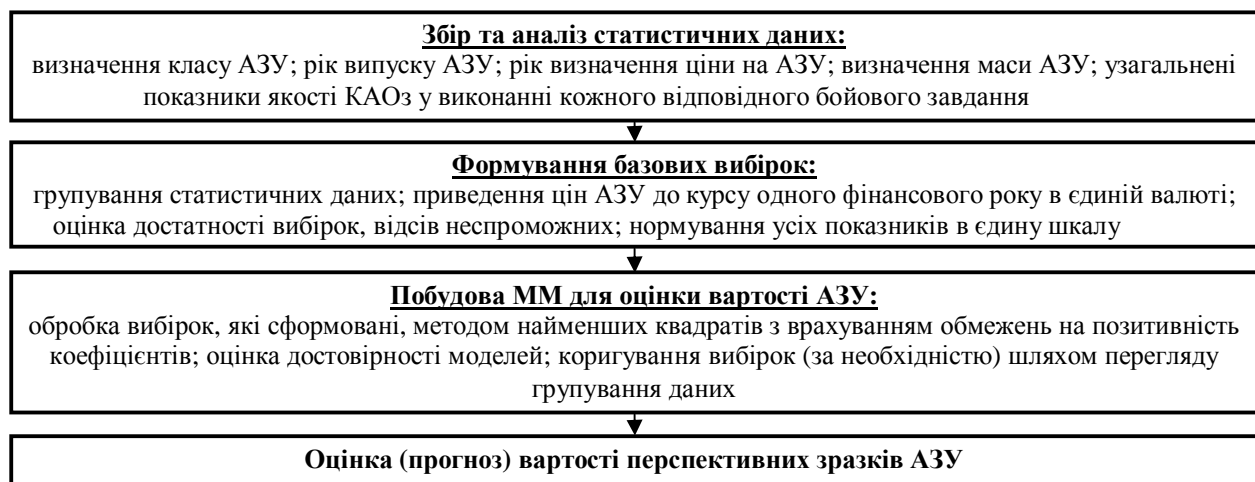


Рис. 1. Загальна схема часткової методики побудови ММ для прогнозування вартості серійних зразків перспективних АЗУ

В межах методичного підходу, який зображений на рис. 1, ММ для прогнозування вартості зразків перспективних АЗУ може бути представленою в загальному вигляді у формі поліному [3, 6]:

$$C_1 = a_0 + \sum_{i=1}^M a_i \Pi_{\text{КАОЗ}_i} + \sum_{i=1}^M \sum_{r=1}^M a_{ir} \Pi_{\text{КАОЗ}_i} \Pi_{\text{КАОЗ}_r} + \sum_{i=1}^M \sum_{r=1}^M a_{ir} \Pi_{\text{КАОЗ}_i}^2 \Pi_{\text{КАОЗ}_r} + \dots, \quad (1)$$

де  $\Pi_{\text{КАОЗ}_i}$  – узагальнений показник якості КАОЗ даного класу у вирішенні  $i$ -го бойового завдання з всієї сукупності  $M$  завдань операції;  $a_0$ ,  $a_i$  – невідомий вільний член та коефіцієнти при  $\Pi_{\text{КАОЗ}_i}$ , які

визначаються шляхом обробки наявного статистичного матеріалу.

Після збору статистичного матеріалу, який може бути отриманий із різних джерел інформації, здійснюється формування вибірок відомих реалізацій, які слід згрупувати за класом АЗУ (за ознакою однакового призначення). При цьому, на статистичний матеріал стосовно вартості серійних зразків АЗУ необхідно накласти вимогу – вартість зразка повинна відповідати вартості поставки даного зразка в збройні сили країни-виробника, що відповідає реальній вартості АЗУ для замовника, а не ринкової ціні при експорті-імпорту озброєння. Вартості відомих реалізацій для отримання правдоподібних оці-

нок слід перерахувати на курс валюти (при цьому зовсім не важливо яку саме) на будь-який обраний рік, для якого будується модель, щоб уникнути впливу інфляції на залежність вартості від узагальнених показників якості КАОз.

Для сформованих вибірок реалізацій зразків АЗУ здійснюється оцінка їх спроможності бути придатними для отримання лінійних або квадратичних моделей вартості. Критерієм спроможності вибірки виступає кількість наявних реалізацій, яка повинна перевищувати не менш ніж на одиницю кількість коефіцієнтів складових узагальненого показника якості КАОз зразків АЗУ даного класу за призначенням. Також під час формування вибірок проводиться нормування всіх показників до єдиної шкали.

Для спроможних вибірок складається система нормальних рівнянь, що описує умову мінімізації середньоквадратичного відхилення. Отримані в результаті розв'язання системи нормальних рівнянь коефіцієнти моделі дозволяють описати залежність (у лінійному наближенні) вартості даного класу зразка АЗУ:

$$C_{AZU} = a_0 + \sum_{i=1}^M a_i \Pi_{КАОз_i} \cdot \quad (2)$$

Оцінка точності, з якою отримана ММ описує залежність вартості від бойових властивостей АЗУ, здійснюється шляхом визначення максимального значення відносної помилки розрахунків по вартості зразків АЗУ перевіркою вибірки, якщо її можливо скласти, або за рахунок визначення максимальної відносної помилки для зразків АЗУ основної вибірки. У випадку, якщо точність моделі, яку побудовано за будь-якими чинниками, нас не задовольняє, або модель не відповідає фізичному змісту зв'язку вартості з узагальненими показниками якості КАОз, слід переглянути вибірку або шляхом заміни реалізацій у основній вибірці, або переглядом розподілу статистичного матеріалу АЗУ за призначенням.

На основі обробки наявного статистичного матеріалу за описаною методикою було побудовано ММ для прогнозування вартості серійного зразка АЗУ, яка має вигляд:

$$C_{AZU} = 1,03 + 1,29 \Pi_{КАОз} \cdot \quad (3)$$

Перевірка працездатності моделі (3) на контрольній вибірці свідчить, що її застосування для оцінювання вартості серійного зразка АЗУ дозволяє отримати оцінки з точністю не більше ніж 3,8 % відносної похибки, це свідчить про придатність ММ для практичного застосування.

## Висновок

Розроблена методика оцінювання прогнозування вартості перспективних (модернізованих) АЗУ, за рахунок застосування екстраполяційно-статистичного методу, достатньо точно описує поведінку залежності вартості від узагальнених показників якості КАОз у знищенні наземних об'єктів, при відповідних умовах взятих для відповідної вибірки. З урахуванням максимальної точності, що досягнута у моделі для прогнозування вартості на допроектних стадіях створення АЗУ, ця модель може вважатись придатною для практичного застосування.

## Список літератури

1. Семенов С.С. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники / С.С. Семенов, В.Н. Харчев, А.И. Йоффин. – М.: НТИ «Радио и связь», 2004. – 551 с.
2. Гордашикова О.Ю. Функционально-стоимостной анализ качества продукции и управления маркетингом на предприятии. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2006. – 88 с.
3. Анализ стоимости крупных систем вооружения, типы и виды стоимостных оценок, применяемых МО США // Военная техника и экономика. Серия: Экономика военной промышленности. – 1976. – №8. – С. 3-25.
4. Чобиток В.А. Оценка боевой эффективности и технического совершенства вооружения и военной техники: уч. пособ. / В.А. Чобиток. –К.: КВТИУ, 1984. –58 с.
5. Прогнозирование стоимости авиационных программ // Техническая информация ЦАГИ. – 1978. – № 3. – С. 1-17.
6. Прогнозирование стоимости авиационных программ // Техническая информация ЦАГИ. – 1992. – № 17-18. – С. 1-28.
7. Демидов Б.А. Методы военно-экономического анализа: уч. пособ. –Х.: ВИРТА ПВО, 1985. – 619 с.

Надійшла до редколегії 7.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук с.н.с. Є.О. Українець, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ СЕРИЙНЫХ ОБРАЗЦОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ (МОДЕРНИЗИРУЕМЫХ) АВИАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

А.Б. Котов, А.Б. Леонтьев, А.Г. Дмитриев, А.С. Хижняк

Разработанная методика оценивания базируется на основе применения экстраполяционно-статистического метода и позволяет достаточно точно описать поведение зависимости стоимости от обобщенного показателя качества комплекса авиационного вооружения, при соответствующих условиях, взятых для соответствующей выборки.

**Ключевые слова:** обобщенный показатель качества, авиационное средство поражения, математическая модель.

## METHOD OF PROGNOSTICATION COST OF PRODUCTION SAMPLE PERSPECTIVE (MODERNIZED) AVIATION DECIMATORS

O.B. Kotov, O.B. Leont'ev, A.G. Dmitriev, A.S. Khizhnyak

The developed method of evaluation is based on the basis of application of extrapolation - statistical method and allows sufficiently exact to describe the conduct of dependence of cost from the generalized index of quality of complex of aviation armament, at the proper terms, taken for the proper selection.

**Keywords:** generalized index of quality, aviation decimator, mathematical model.