

УДК 623.735

М.М. Момот

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ РЕТРОСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВЕРТОЛЬОТІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Аналіз ретроспективи розвитку вертольотів військового призначення та розглянутих підходів до формалізації залежності характеристик ефективності використання, тактико-технічних характеристики та вартості вертольотів військового призначення дає можливість визначити залежність між вартістю серійного вертольоту та його узагальненим показником якості.*

**Ключові слова:** вертоліт, вартість, узагальнений показник якості.

### Вступ

**Постановка проблеми та аналіз літератури.** Задача прогнозування вартості перспективних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) розв'язується на кожному з етапів їх створення. Особливу гостроту така задача має при необхідності наблизити перспективний зразок до оптимуму за критерієм “ефективність – вартість” з самого початку розробки, а саме при обґрунтуванні концепції перспективного зразка ОВТ, коли має місце значний рівень невизначеності його вигляду. Отримання оцінок вартості в таких умовах тягне за собою прогнозування залежностей, що пов'язують між собою характеристики ефективності використання, тактико-технічні характеристики та вартість перспективного зразка [1 – 3].

В залежності від виду ОВТ, до якого належить перспективний зразок, методичні підходи до оцінки вартості різняться. Це обумовлено можливістю коректного застосування тих, або інших методів, що визначається рівнем науково-технічного досвіду створення цих зразків. Для зразків ОВТ, що незначно відрізняються своєю унікальністю, та у розробці яких накопичено достатній досвід, можливо застосування методів статистичної обробки інформації. В інших випадках необхідно відшукувати найбільш сприятливі методичні підходи. Так, труднощі, що виникають при вирішенні задачі попередньої оцінки вартості перспективного вертольоту військового призначення, поборюють в залежності від обсягу, характеру та якості фактичних даних, шляхом поєднання двох протилежних підходів: евристичного та математичного. Перший з них, як правило, передбачує притягнення експертів та до нього звертаються у випадках, коли відсутні зовсім, або коли існує надзвичайно мала кількість аналогів перспективного зразка вертольота. Другий складається з моделювання зв'язку витрат ресурсів на створення вертольота з найважливішими факторами, що їх обумовлюють, на основі статистичних даних про вартісні показники та значення тактико-технічних характеристик (ТТХ) обраних аналогів.

Такий підхід вимагає наявності достатньої для отримання моделей кількості аналогів та достовір-

них даних про значення їх характеристик, при чому останнє визначає точність прогнозів [1, 2].

В якості основних факторів від яких відшукують залежність вартості перспективного зразка вертольота при побудові відповідних математичних моделей використовують або питому вартість одиниці максимальної злітної маси літального апарата (ЛА), або аналогічну питому вартість одиниці маси складових елементів ЛА (агрегатів планеру, двигунів, бортового радіоелектронного комплексу тощо) з одночасним визначенням залежностей витрат маси кожного з цих елементів на досягнення конкретного рівня характеристик бойових можливостей (льотно-технічних, маневрених, злітно-посадочних, вогневих тощо) [1]. Використання математичних моделей, що побудовані на зазначених факторах, на етапах концептуальних досліджень дозволяє отримувати прогноз значення вартості перспективного зразка авіаційної техніки з відносною помилкою навколо 20 – 50% [2, 4]. Така низька точність прогнозу обумовлена декількома чинниками. По-перше, у світовій практиці відома відносно незначна кількість вертольотів військового призначення, що належать до одного класу за призначенням та створені приблизно на однаковому рівні розвитку авіаційних технологій, внаслідок чого вибірка реалізацій, яку обґрунтовано можливо створити, уявляється занадто малою, щоб отримати високу точність моделей. По-друге, впровадження в авіаційні технології розробки та будівництва літальних апаратів досягнень науково-технічного прогресу суттєво змінює внесок факторів, що використовуються в моделях, як в досягнення рівня узагальненого показника якості, так і у зміну вартості зразків ОВТ. Це потребує, у свою чергу, постійного коригування самих математичних моделей для забезпечення правомочної екстраполяції результатів моделювання. Удосконалення математичних моделей для прогнозу вартості перспективних вертольотів можливо забезпечити шляхом розширення вибірки реалізацій за рахунок використання інформації о показниках вертольотів минулих поколінь на основі ретельного аналізу ретроспективи їх розвитку та визначення закономірностей у змінах вартісних витрат та у рівні їх узагальненого показника якості [4].

**Мета статті** – визначення методичних підходів до побудови залежності для прогнозування вартості серійних зразків перспективних вертольотів військового призначення.

**Основний матеріал**

Для визначення статистичних залежностей між вартістю та ТТХ розглянемо відому фактичну інформацію щодо розвитку вертольотів військового призначення. Узагальнені дані, що зібрані із джерел [2, 3, 6 – 9], щодо показників вертольотів військового призначення наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Показники вертольотів військового призначення

Тип вертольота	Рік випуску	$m_{зл},$ т	Вартість за курсом 2000 ф.р. млн. дол \$	$K_{як},$ од
UH-1M	1967	4,3	3,8	1,7
OH-58A	1968	2,0	4,74	1,6
SA-341	1974	1,8	5,03	1,7
Mi-24B	1976	11,5	7,0	2,4
AH-1S	1977	4,5	7,8	2,4
Mi-24П	1981	12,9	6,2	1,6
AH-64A	1984	8,0	13,0	3,4
Mi-8MT	1988	13,0	4,2	1,1
Mi-8TB	1991	12,0	4,8	1,2

Аналіз ретроспективи розвитку вертольотів показує, що зростання значень узагальнених показників якості вертольотів не завжди співпадає із зростанням максимальної злітної маси, тобто зміна останньої не визначає тенденцій зміни попередніх рис. 1.

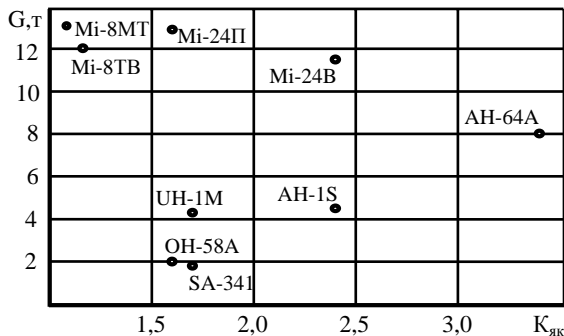


Рис. 1. Залежність максимальної злітної ваги вертольотів військового призначення від їх узагальненого показника якості

Аналогічні залежності максимальної злітної маси та вартості вертольотів військового призначення, також свідчать про невизначеність тенденції залежності між ними рис. 2.

На рис. 3 показана відповідна залежність, яка визначає тенденцію зростання вартості одиниці узагальненого показника якості вертольотів військового призначення. В табл. 2 наведено дані щодо питомої вартості та витрати маси що припадають на забезпечення рівня узагальненого показника якості вертольотів військового призначення. На рис. 4 – 6 показані зміни залежності вартості одиниці максимальної

злітної маси та одиниці узагальненого показника якості приведених до вартості за курсом 2000 ф.р. (млн. дол. \$) й зміни залежності витрат маси на одиницю узагальненого показника якості вертольотів в залежності від років початку їх серійного виробництва.

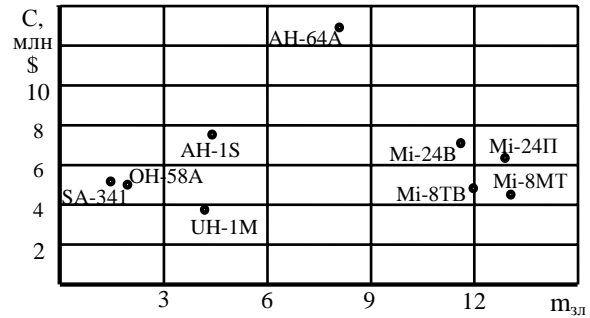


Рис. 2. Залежність вартості серійних вертольотів військового призначення від їхньої максимальної злітної ваги

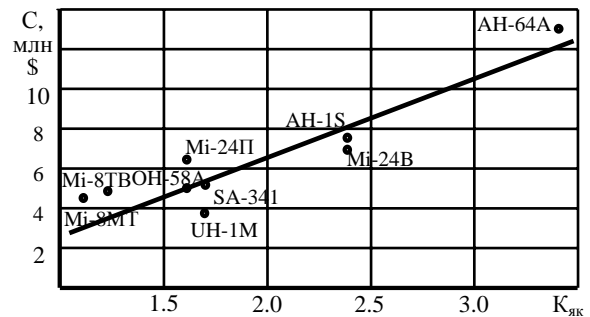


Рис. 3. Залежність вартості вертольотів військового призначення від їх узагальненого показника якості

Таблиця 2

Питомі вартості та витрати маси на забезпечення рівня узагальненого показника якості вертольотів військового призначення

Тип вертольота	C/G млн.дол.\$/т	G/ K <sub>як</sub> т/од	C/K <sub>як</sub> млн.дол.\$/од
UH-1M	0,88	2,77	2,24
OH-58A	2,37	1,25	2,96
SA-341	2,79	1,06	2,96
Mi-24B	0,61	4,79	2,92
AH-1S	1,73	1,88	3,25
Mi-24П	0,49	8,06	3,80
AH-64A	1,63	2,35	3,82
Mi-8MT	0,32	11,82	3,80
Mi-8TB	0,4	10,0	3,80

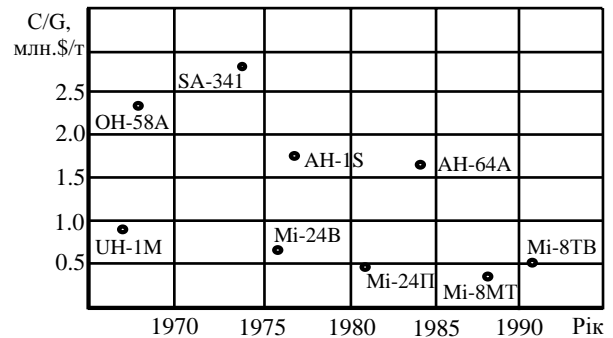


Рис. 4. Залежність вартості одиниці максимальної злітної маси вертольотів військового призначення від року початку їх серійного виробництва

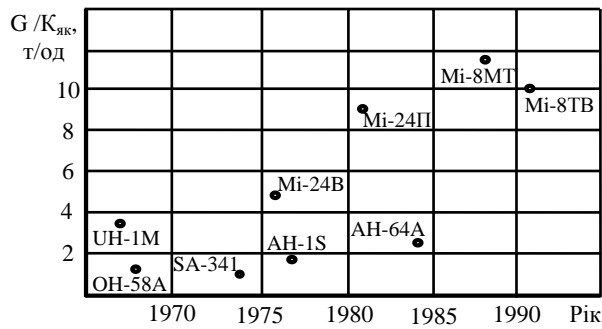


Рис. 5. Залежність витрат маси на одиницю узагальненого показника вертольотів військового призначення від року початку їх серійного виробництва

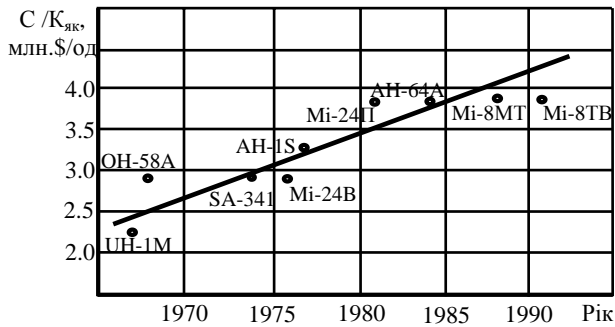


Рис. 6. Залежність вартості одиниці узагальненого показника якості вертольотів військового призначення від року початку їх серійного виробництва

Аналіз наведених даних показує, що вартість одиниці злітної маси з урахуванням інфляції не має тенденції до якого-небудь чіткого роду залежності. Витрати маси на одиницю узагальненого показника вертольотів військового призначення також не вказують тенденції до чіткого роду залежності. В той час витрати на досягнення одиниці узагальненого показника якості мають відповідну чітку залежність.

Це пояснюється впливом розвитку технологій розробки та виробництва вертольотів, а також впровадженням в практику авіаційної промисловості останніх досягнень науково-технічного прогресу. Так, з появою високоточної авіаційної зброї та прицільно-навігаційних систем з меншим загальним бойовим навантаженням можливо досягти того ж результату від бойового застосування, якого досягають за рахунок значно більшого навантаження некерованою авіаційною ракетною зброєю. Крім цього, використання бортових радіоелектронних комплексів, застосування легких, але високоміцних конструкційних матеріалів, поява високо економічних авіаційних двигунів сприяють досягненню підвищених бойових властивостей сучасних вертольотів при відносно малих витратах маси на їх досягнення. З іншого боку, оптимізація бойового вертольоту за критерієм "ефективність-вартість", приводить до зменшення вартості одиниці узагальненого показника якості та навпаки – зростанню вартості одиниці злітної маси.

Таким чином, існує можливість знаходження зв'язку між вартістю вертольоту військового призначення конкретного типу  $C_j$  та коефіцієнтом його узагальненого показника якості у вирішенні бойових завдань за призначенням у загальному вигляді:

$$C_j = C_j(K_{1j}, \dots, K_{ij}, \dots, K_{mj}), \quad (1)$$

де  $C_j$  – вартість зразка вертольоту  $j$ -го типу;  $K_{ij}$  – коефіцієнт узагальненого показника якості вертольоту  $j$ -го типу у вирішенні  $i$ -го завдання з сукупності  $M$ .

## Висновок

Аналіз ретроспективи розвитку вертольотів військового призначення свідчить про наявність залежності між узагальненими показниками якості у вирішенні завдань за призначенням та вартістю серійних вертольотів, яка може бути встановленою за допомогою методів функціонального аналізу та математичної статистики. Перспективи подальших досліджень у даному напрямку полягає у визначенні відповідних залежностей в частковому вигляді та їх уточненню.

## Список літератури

1. Демидов Б.А. Методы военно-экономического анализа: уч. пособ. / Б.А. Демидов. – Х.: ВИРТА ПВО, 1985. – 619 с.
2. Прогнозирование стоимости авиационных программ // Техническая информация ЦАГИ. – 1978. – № 3. – С. 1-17.
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. Водчиць О.Г. Математична модель прогнозування вартості вертольотів з урахуванням узагальнених показників якості / О.Г. Водчиць, О.Б. Леонтьєв, М.М. Момот // "АВИА-2007": Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції. Київ, 25-27 квіт. 2007р. – К., 2007. – Т. 1. – С. 14.89-14.92.
5. Таланин А. Особенности финансирования военного строительства Японии / А. Таланин // ЗВО. – 2004. – № 10. – С. 11-14.
6. Перспективы развития зарубежных винтокрылых аппаратов // Аналитический обзор ОНТИ. – М.: ЦАГИ, 1990. – 142 с.
7. Планы финансирования военных программ США в области авиационной техники на 1993 ф. г. // Техническая информация ЦАГИ. – 1992. – № 16. – С. 1-28.
8. Планы финансирования военных программ США в области авиационной техники на 1992 ф. г. Вертолёты // Техническая информация ЦАГИ. – 1992. – № 1-2. – С. 23-28.
9. Прогнозирование стоимости авиационных программ // Техническая информация ЦАГИ. – 1992. – № 17-18. – С. 1-28.

Надійшла до редколегії 11.02.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, ст. наук. співробітник О.Б. Леонтьєв, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА РЕТРОСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЁТОВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Н.Н. Момот

*Представлены результаты анализа ретроспективы развития вертолётов военного назначения, которые определяют зависимость между их стоимостью и обобщённым показателем качества.*

**Ключевые слова:** вертолет, стоимость, обобщенный показатель качества.

**RESULTS OF ANALYSIS OF RETROSPECTIVE VIEW OF DEVELOPMENT OF HELICOPTERS OF THE MILITARY SETTING**

N.N. Momot

*The results of analysis of retrospective view of development of helicopters of the military setting, which determine dependence between their cost and generalized index of quality, are presented.*

**Keywords:** helicopter, cost, generalized index of quality.

---