

УДК 351.864:001.89

**МАВРЕНКОВ О.Є.**, докторант, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

**ЛЕЖЕНІН С.І.**, начальник науково-дослідного управління, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

## **ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ПРОГРАМНИХ ЗАХОДІВ З ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ**

*Представлено формалізовану постановку задачі визначення раціональних варіантів програмних заходів з технічного оснащення авіації збройних сил за роками планового періоду, запропоновано метод та алгоритм її рішення.*

*Ключові слова:* авіація збройних сил, бойовий потенціал, обсяг фінансування, раціональний варіант програмних заходів, векторна оптимізація.

Основу технічного оснащення (ТО) авіації збройних сил (ЗС) складають програмні заходи (ПЗ) з ремонту, серійної модернізації літальних апаратів (ЛА), які перебувають в експлуатації, та закупівлі / оренди нових сучасних ЛА. Певна кількість ремонтаних, модернізованих та закуплених / орендованих ЛА складає варіанти ПЗ ТО авіації ЗС. При цьому ефективність ТО авіації ЗС визначається ступенем досягнення потрібного рівня бойового потенціалу кожним родом авіації за роками планового періоду [1].

Вирішення цього завдання можливо за рахунок визначення раціональних варіантів ПЗ з ТО авіації ЗС, тобто раціонального співвідношення ремонтаних, модернізованих та закуплених / орендованих ЛА за роками планового періоду. На сьогодні така задача вирішується переважно евристичними методами, що обумовлює велику імовірність прийняття помилкових рішень та нераціональне витрачання фінансового ресурсу військового відомства. Тому розроблення формалізованих алгоритмів у системі планування та реалізації заходів щодо ТО авіації ЗС на основі сучасного науково-методологічного апарату теорії прийняття рішень є актуальною науково-прикладною проблемою [2...5].

При цьому задачу дослідження пропонується формулювати таким чином: визначити раціональні варіанти ( $n_{rac}^t$ ) програмних заходів ( $z$ ) з технічного оснащення авіації за роками  $t$  планового періоду  $T$ , які забезпечують максимальний рівень бойового потенціалу  $q$ -го роду авіації ( $P^q$ ) на заданий період часу за умови неперевищення заданого обсягу фінансування ( $C_{3AD}$ ), з урахуванням реалізованості ПЗ ( $R^z$ ) та обмеженнях на штатну чисельність парку ЛА кожного роду авіації ( $N_{шт}^q$ ), рівень їх справності ( $I_{3AD}^q$ ), строки та темпи оснащення авіації ЗС авіаційною технікою.

Формалізоване представлення задачі дослідження має такий вигляд: визначити для кожного роду авіації у кожний рік планового періоду раціональний варіант ПЗ ТО (раціональне співвідношення ремонтваних ( $n_i^P$ ), модернізованих ( $n_i^M$ ) та закуплених / орендованих ( $n_i^3$ )  $i$ -х типів ЛА)

$$n\{n_i^P; n_i^M; n_i^3\} \rightarrow rac, \quad (1)$$

що забезпечує максимум бойового потенціалу

$$P = \sum_z \sum_i (K_{BTP_i}^z n_i^z) R^z \rightarrow \max \quad (2)$$

при виконанні таких умов:

$$C_\Sigma = \sum_z \sum_i c_i^z n_i^z \leq C_{3AD}, \quad (3)$$

$$N = N_0 - N_{cn} + \sum_z \sum_i n_i^z = N_{ШТ}, \quad (4)$$

$$I = \frac{N_{cnp}}{N_{ШТ}} = I_{3AD}, \quad (5)$$

$$n_i^P = \min[n_{номр_i}^P; n_{ВП_i}^P], \quad n_i^M \leq n_{ВП_i}^M; \quad n_i^3 \geq n_{ТО}; \quad n_{ВП_i}^P + n_{ВП_i}^M = const, \quad (6)$$

де  $K_{BTP_i}$  – коефіцієнт військово-технічного рівня  $i$ -го типу ЛА;  $n_i^z$  – кількість  $i$ -х типів ЛА, отриманих за результатами реалізації  $z$ -го ПЗ;  $R^z$  – реалізованість  $z$ -го ПЗ;  $c^z$  – обсяг фінансування  $z$ -го ПЗ;  $N_0$  – кількість ЛА, яка не задіяна у ПЗ;  $N_{cn}$  – кількість ЛА, що виводяться (списуються) із бойового складу;  $N_{cnp}$  – кількість справних ЛА;  $n_{номр_i}^P$  – кількість ЛА  $i$ -го типу, що потребує ремонту;  $n_{ВП_i}^P$ ,  $n_{ВП_i}^M$  – виробничі потужності підприємства по ремонту та модернізації ЛА відповідно;  $n_{ТО_i}$  – кількість ЛА у тактичній авіаційній одиниці (під тактичною авіаційною одиницею для бойової авіації, як правило, розуміють авіаційну ескадрилью – 12...14 ЛА).

Така постановка задачі дозволяє вирішувати її методами векторної (багатокритеріальної) оптимізації, зокрема, за допомогою зондування факторного простору точками ЛП<sub>τ</sub>-послідовності із застосуванням теорії планування експериментів [6].

Загальний алгоритм рішення такої задачі представлено блок-схемою на рис. 1.

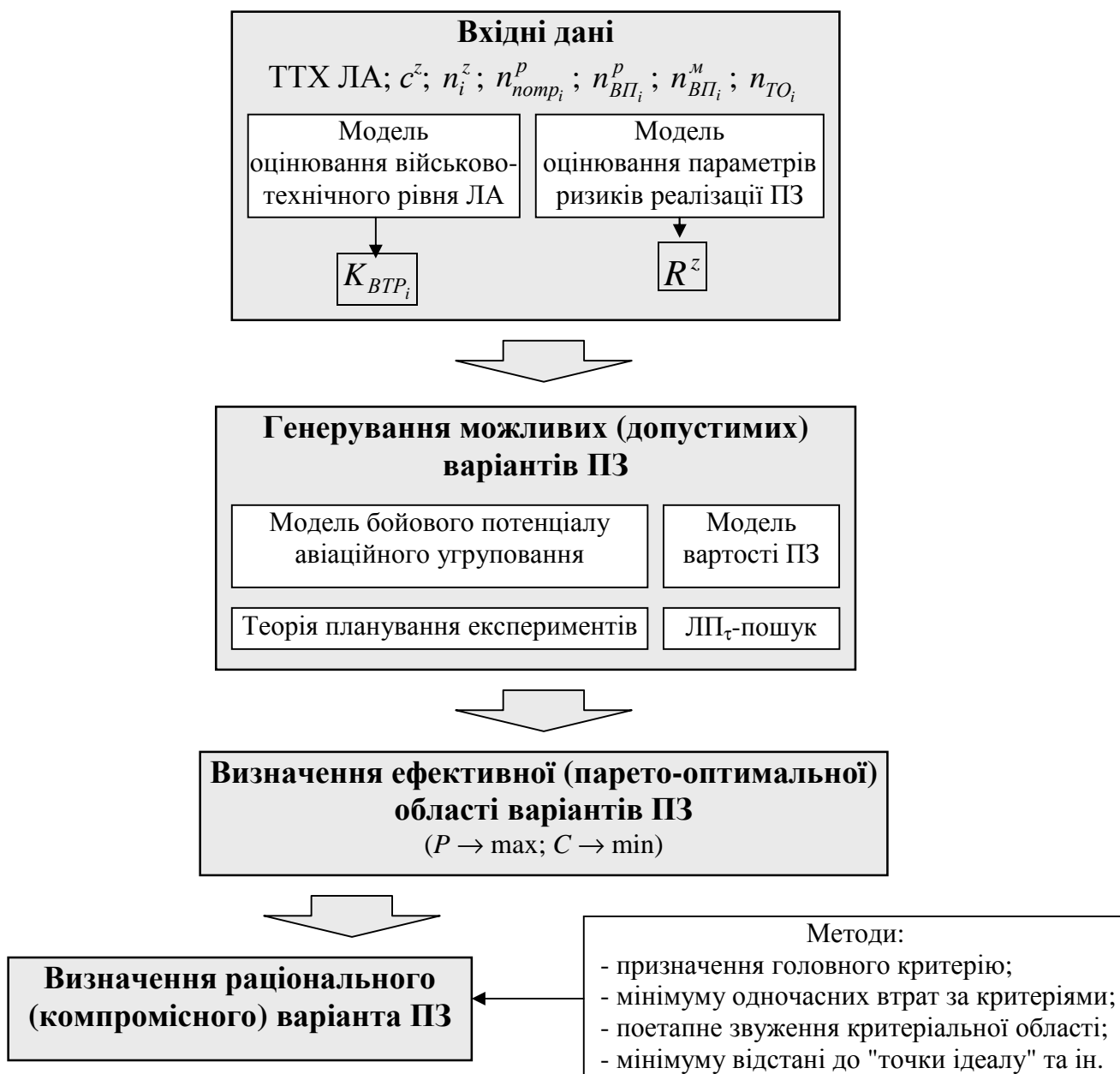


Рис. 1. Блок-схема загального алгоритму визначення раціональних варіантів програмних заходів з технічного оснащення авіації збройних сил

Вхідними даними тут є тактико-технічні характеристики (ТТХ) ЛА, що, в свою чергу, виступають вхідними параметрами моделі оцінювання військово-технічного рівня ЛА, дані щодо вартості реалізації окремих ПЗ, дані щодо кількості ЛА, які потребують ремонту, модернізації, закупівлі / оренди та виробничі потужності підприємств по ремонту та модернізації ЛА.

При цьому, оцінювання військово-технічного рівня ЛА здійснюється за допомогою методики [7], яка засновується на методологічному апараті кваліметрії – науки, що займається проблематикою кількісних оцінок якості об'єктів (виробів, процесів), та в основу якої покладено постулат про аналогію між поняттями

"технічний рівень виробу" (як відносної характеристики якості, що заснована на зіставленні значень показників технічної досконалості оцінюваного та базового виробів) та "коефіцієнт військово-технічного рівня ЛА" (як відносної характеристики бойового потенціалу, що заснована на зіставленні визначальних ТТХ оцінюваного та базового ЛА). Кількісне оцінювання реалізованості ПЗ пропонується здійснювати через визначення імовірності настання визначальних ризиків реалізації відповідних ПЗ за допомогою методологічного апарату теорії ризиків [8].

Генерування можливих (допустимих) варіантів ПЗ здійснюється у двокритеріальному просторі "бойовий потенціал – вартість" за допомогою зондування цього простору точками, рівномірно розподіленої ЛП<sub>τ</sub>-послідовності із застосуванням теорії планування експериментів [6].

При цьому, кожна  $j$ -та точка критеріального простору ( $j = 1, J$ ) являє собою певний варіант ПЗ зі своїм значенням рівня бойового потенціалу ( $P_j$ ), що є результатом реалізації цього варіанта ПЗ, та вартості його реалізації ( $C_j$ ). Оцінювання рівня бойового потенціалу здійснюється за відповідною математичною моделлю, в основу якої покладено аналітичні вирази, наведені в [1].

Визначення ефективної (парето-оптимальної) області варіантів ПЗ здійснюється за умов прийнятого напрямку оптимізації – максимізація бойового потенціалу та мінімізація фінансових витрат, якому відповідає ліва верхня межа області можливих (допустимих) варіантів ПЗ у критеріальному просторі "бойовий потенціал – вартість". Для парето-оптимальних варіантів ПЗ повинна виконуватися умова: точка  $j^e$  належить до ефективної (парето-оптимальної) області, якщо не існує іншої такої точки  $j$ , для якої  $P_{j^e} \leq P_j$ ,  $C_{j^e} \geq C_j$  для усіх  $j = 1, J$  та хоч би для одного критерію має місце суворі нерівність  $P_{j^e} < P_j$  або  $C_{j^e} > C_j$ .

Визначення раціонального (компромісного) варіанта ПЗ може бути здійснено за допомогою різних методів, зокрема, через: призначення головного критерію; виконання умови мінімуму зважених відносних втрат за критеріями оптимізації; поетапне звуження критеріальної області; розрахунок мінімуму відстані до "точки ідеалу" в критеріальному просторі [6].

При апробації запропонованого алгоритму для визначення раціонального (компромісного) варіанта ПЗ було застосовано метод мінімуму зважених відносних втрат за критеріями оптимізації.

На основі представленого загального алгоритму визначення раціональних варіантів ПЗ з ТО авіації збройних сил розроблено формалізований алгоритм, програмна реалізація якого виконана у середовищі пакета прикладних програм "Оптимус" ("Ідентифікація, моделювання, оптимізація складних багатокритеріальних систем") на мові програмування Сі.

За результатами апробації представленого алгоритму визначено раціональні варіанти ПЗ за роками планового періоду на 2012 ... 2017 роки. Співставлення розрахованих варіантів ПЗ із заходами, прийнятими програмними документами на вказаний період, показують, що кошти, які виділяються на реалізацію ПЗ можуть бути використані більш ефективно, якщо вони будуть перерозподілені у

відповідності до розрахованих раціональних варіантів ПЗ (приріст бойового потенціалу бойової авіації ЗС України може скласти 8 ... 14 % за роками планового періоду).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мавренков О.Є., Леженін С.І. До питання оцінювання заданого рівня бойового потенціалу авіації Збройних Сил України // Збірник наукових праць ДНДІА. – 2011. – № 14. – С.16-22.
2. Программно-целевое планирование развития и научно-техническое сопровождение вооружения и военной техники: Учеб. пособие в 4-х книгах / Б.А. Демидов, М.М. Митрахович, Луханин М.И. и др. – Харьков: Изд. ХВУ, 1997.
3. Антоненць В.В., Миронович В.М., Сафронов О.В., Луцик С.Л. Методологічні аспекти формування вимог до систем озброєння Збройних Сил України // Наука і оборона. – 2002. – № 4. – С.52-55.
4. Стеценко О.О., Ковтуненко О.П., Цибулько І.С. Методологічні аспекти формування оперативно-стратегічних та оперативно-тактичних вимог до перспективних систем озброєння Збройних Сил України // Наука і оборона. – 2001. – № 4. – С.46-54.
5. Демидов Б.А., Величко А.Ф., Хмелевская О.А. Элементы методологии обоснования направлений развития и формирования облика перспективной системы вооружения вида вооруженных сил государства // Системы управління, навігації та зв'язку. – Харків: ХУПС, 2010. – Вип. 3(15). – С.187-194.
6. Большие технические системы: проектирование и управление: (Монография) / Л.М. Артюшин, Ю.К. Зиатдинов, И.А. Попов, А.В. Харченко; Киевский ин-т Воен.-Возд. Сил. – Харьков: Изд-во "Факт", 1997.– 400 с.
7. Самков О.В., Мавренков О.Є. До порівняльної оцінки військових літаків // Зб. наук. праць. – К.: КІ ВПС, 1999. – Вип. 6. – С. 135-140.
8. Мавренков О.Є., Улізько В.І. До питання оцінювання реалізованості програмних заходів з технічного оснащення авіації Збройних Сил України // Стаття у цьому збірнику наукових праць.

*Надійшла до редакції 18.10.2012*