

СУЧАСНІ АВІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 656.7.078:629.73(045)

О.В. Самков, д-р техн. наук, проф.**МЕТОДОЛОГІЧНІ СКЛАДОВІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПАРКУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

Розглянуто методологічні складові модернізації парку авіаційної техніки в умовах недостатності та невизначеності забезпечення ресурсами.

In the article methodological constituents are examined in relation to the decision of problem tasks from modernization of parks of aviation technique in the conditions of insufficiency and vagueness of providing resource.

Вступ

У сучасних умовах для більшої частини держав світу модернізація транспортних парків, особливо авіаційних, дозволяє [1]:

- поліпшити кількісні та якісні характеристики транспортних засобів;
 - розширити їх можливості у разі витрат набагато менших, ніж закупівля нових зразків техніки.
- Одержати максимальний ефект від модернізації транспортних парків можна, вирішуючи комплекс завдань управління проектами з обґрунтуванням цільових комплексних програм оновлення парків, розробляючи методологічні основи модернізації та оптимізації варіантів модернізації транспортних засобів з урахуванням необхідних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень

Питанням розробки методологічних основ модернізації для авіаційної техніки (АТ) присвячено значну кількість робіт [1–6].

Натепер розроблено методологічні підходи щодо обґрунтування варіантів модернізації парку військової авіації [2] та деякі методичні розробки модернізації парку цивільної авіації [3]. Однак упровадження програми модернізації авіаційного парку цивільної авіації в Україні утруднено рядом специфічних особливостей:

- недостатністю ресурсів на модернізацію, у першу чергу, фінансових;
- невизначеністю надходження ресурсів;
- складністю забезпеченням сумісності закордонної елементної бази з вітчизняною;
- необхідністю продовження призначених ресурсних показників об'єктів АТ;
- відсутністю більшості розроблювачів і виробників АТ в Україні.

У зв'язку з цим питання врахування умов недостатності ресурсного забезпечення для програми модернізації авіаційного парку та невизначеності його надходження потребують оперативного вирішення та створення методичного забезпечення, яке повинно ввійти як складова частина в методологію модернізації.

Мета цієї статті – формування методологічних складових модернізації парку АТ на основі розробки нових складових та узгодження існуючих. Така методологія має вирішувати проблемні завдання з модернізації авіаційного парку в сучасних умовах через комплексне розв'язання задач синтезу варіантів модернізації й оптимізації розподілу ресурсів з урахуванням їх можливої недостатності та невизначеності надходження.

Постановка проблеми

Модернізація авіаційного парку має дві протилежні тенденції. З одного боку, треба розробити такі варіанти модернізації повітряних суден (ПС) та авіаційних комплексів (АК) на їх основі, які задовольнятимуть світовий рівень на тривалий період. З другого боку, ресурсні можливості замовника модернізації обмежені та потребують постійної мінімізації.

Ці протиріччя породжують наукову проблему щодо створення методології модернізації авіаційного парку, яка надасть можливість обґрунтувати необхідні варіанти модернізації ПС (АК) та сформулювати етапи реалізації програми модернізації АТ.

Вирішення проблеми

З метою вирішення поставленої проблеми запропоновано розглядати модернізацію з позицій системного підходу на рівні парку АТ і як об'єкт досліджень виділити АК, який, крім ПС, включає засоби наземного обслуговування, аеродромно-технічного забезпечення, зв'язку та управління.

Математичну формалізацію проблеми досліджень проведено для заданої сукупності кінцевих множин з їх характеристиками:

- завдань, вирішення яких мають забезпечити АК після модернізації;
- типів АК, що підлягають модернізації;
- виробничих потужностей авіаційних підприємств, на яких буде проводитися модернізація;
- можливих варіантів модернізації за типами АК;
- обсягів фінансування;
- термінів надходження фінансів.

У результаті сформовано цільову функцію, виділено фактори, що мають невизначеність (вартість варіантів модернізації, обсяги і терміни фінансування), і визначено основні обмеження для комплексу завдань.

У зв'язку з наявністю невизначеностей розглянуто стохастичну постановку наукового завдання досліджень, яка полягає у знаходженні для визначеного типу АК такого i -го оптимального варіанта модернізації, що забезпечує максимум математичного сподівання цільової функції вибору варіантів модернізації для невизначених факторів з урахуванням обмежень.

Вирішити цю проблему з урахуванням невизначеності надзвичайно складно, а відомі методи її вирішення (експертного, адаптивного і компромісного рішення) на основі методів стохастичного програмування недостатньо розроблені.

Для її вирішення запропоновано підхід на принципі декомпозиції проблеми на ряд окремих завдань і досліджено найбільш несприятливі випадки на основі песимістичних, оптимістичних і середніх оцінок [7].

Запропоновано також принцип спільного розв'язання задачі синтезу АК, який модернізується, і задачі розподілу ресурсів під час проведення модернізації. При цьому в умовах прийняття рішення на реалізованість програми модернізації з урахуванням виділених обсягів фінансування, заданої кількості АК, що модернізуються, задача реалізованості має пріоритет над задачею синтезу і може вносити в її розв'язання корективи.

На відміну від відомих підходів до розв'язання задачі синтезу варіантів модернізації АК, які ґрунтуються тільки на основі критерію економічної ефективності, запропоновано застосування тріади критеріїв, де поряд з відомим критерієм вартості запропонований коефіцієнт потенційної ефективності (КПЕ) АК, а також критерій безпеки польотів ПС, що має пріоритет над вартістю [4].

Основними етапами вирішення наукової проблеми модернізації авіаційного парку цивільної авіації є:

- розробка методології модернізації парку АК на основі спільного розв'язання задач синтезу варіантів модернізації АК;
- оптимізації планів проведення модернізації.

Основні методичні підходи до обґрунтування вибору варіантів модернізації АК на основі тріади критеріїв вартості, КПЕ, безпеки польотів ґрунтуються на оптимізаційно – методичній декомпозиції та включають [2]:

- однокритеріальну оптимізацію, за допомогою якої приймаються рішення на ранніх етапах модернізації;
- багатокритеріальну оптимізацію для визначення області ефективних рішень, побудованих у факторному просторі, та обґрунтування оптимальних варіантів модернізації АК;
- методи теорії прийняття рішень з порівняльним оцінюванням варіантів модернізації за сукупністю показників, що включають і якісні показники.

З метою формування варіантів модернізації АК використано структурно-функціональний підхід на основі теорії графів, що дозволило зв'язати склад обладнання АК, який модернізується, з номенклатурою його розв'язуваних задач.

Для порівняльного оцінювання варіантів модернізації на основі виділеної тріади критеріїв розроблено методичні підходи їх визначення. При цьому обґрунтовано необхідність застосовувати замість показників економічної ефективності показники технічної досконалості АК, наприклад, показник приросту КПЕ АК.

На основі методів теорії кваліметрії розроблено метод приросту КПЕ АК в результаті його технічного удосконалення, що враховує відносні прирости сукупності порівнюваних його характеристик.

Метод надає можливість урахувати більшу кількість льотних і технічних характеристик, що сприяє об'єктивності вибору варіантів модернізації та їх обґрунтованості [5].

Основними етапами порівняльної оцінки варіантів модернізації АК є:

- формування переліку значущих характеристик АК;
- розрахунок їх “ваг”;
- визначення “ваг” функціональних підсистем АК на основі методів експертного опитування.

При формуванні переліку значущих льотних та технічних характеристик АК і розрахунку їх вагових характеристик розроблено методику обґрунтування значущості характеристик АК, що дозволяє підвищити рівень обґрунтованості вибору варіантів модернізації АК цивільної авіації з урахуванням визначення впливів їх характеристик на показники потенційної ефективності.

Показник безпеки польотів, що займає друге місце в тріаді критеріїв, – імовірність благополучного завершення польоту модернізованого ПС – визначається за допомогою логіко-ймовірнісного методу на основі розробленого графа стану ПС підсумовуванням імовірностей його кінцевих станів.

З цією метою розроблено методику визначення фактичних рівнів безпеки польотів для різних варіантів модернізації ПС.

Визначення вартості модернізації АК ґрунтується на врахуванні всіх складових витрат.

Розроблені методичні підходи до визначення виділеної тріади критеріїв дозволили для попередніх пропозицій на модернізацію АК провести їх скорочення і сформувані множини можливих варіантів модернізації, що задовольняють задані обмеження.

На основі запропонованих підходів з обґрунтування вибору варіантів модернізації АК розроблено методику синтезу їх варіантів з урахуванням достатності фінансування та інших ресурсів. Для умов недостатнього фінансування модернізації парку АК розроблено методику синтезу варіантів модернізації ПС при поетапному фінансуванні з використанням показника питомої вартості приросту КПЕ [2]. Її застосування дає можливість:

- зв'язати директивні та фактичні рівні приросту КПЕ з витратами на модернізацію;
- обґрунтувати пріоритетний ряд на основі показника питомої вартості;
- у підсумку сформувані відповідні варіанти модернізації АК.

Під час оцінювання реалізованості проведення програми модернізації парку АК поставлено і вирішено завдання максимізації приросту КПЕ для парку цивільної авіації в результаті його модернізації з урахуванням недостатності і невизначеності фінансування.

Розроблена методика оптимального розподілу ресурсів під час модернізації парку АК включає етапи:

- визначення потрібного ресурсу на модернізацію парку ПС;
- порівняння потрібних і наявних (фактичних) ресурсів;
- перевірку умов модернізації за максимальним, середнім і мінімальним варіантами.

У результаті визначено оптимальний змішаний план модернізації, що забезпечує максимальний приріст потенціальної ефективності парку при забезпеченні заданого співвідношення за типами ПС.

Задача максимізації відсотка виконання плану модернізації парку АК зводиться до канонічного виду максимізаційної задачі. Для скорочення обсягу аналізованих варіантів запропоновано процедуру поліпшення опорного плану [2].

В умовах недостатнього фінансування з'являються деякі можливості щодо зниження витрат на проведення модернізації парку АК, які ґрунтуються на виборі варіантів модернізації з раціональними (не оптимальними) параметрами, а також на диференціальному підході до модернізації парку АК за типажем. Такий підхід може значно скоротити потрібні витрати на всю програму, однак не забезпечити в цілому потрібний рівень підвищення потенційних можливостей авіаційного парку цивільної авіації.

Результати досліджень на основі розробленого методологічного апарату показують, що недостатнє забезпечення ресурсами зумовлює зрив виконання програми модернізації. Для усунення цього в умовах недостатнього забезпечення ресурсами потрібно вносити корективи до програми, які потребують:

- зміни варіантів модернізації ПС і АК в цілому;
- скорочення кількості АК, які модернізуються;
- можливостей («глибини» модернізації);
- збільшення термінів проведення модернізації.

В Україні актуальне проведення модернізації в умовах невизначеності забезпечення ресурсами, тому запропоновано методологічний підхід щодо обґрунтування оптимальних варіантів модернізації АК та розподілу ресурсів на основі комбінованого використання алгоритмів штучних імунних систем і байєсовських мереж [6; 8].

Концептуальна постановка завдань розподілу ресурсів в умовах невизначеності

Для парку ЛА, що складається з n одиниць і m типів, потрібно визначити план модернізації $U = \{u_1, \dots, u_n\}$,

де u_i – план модернізації окремої одиниці.

При цьому u_i вибирається з кінцевої множини можливих варіантів її модернізації I , $u_i \in I$. Кожен варіант модернізації u_i характеризується приростом КПЕ b_i , витратами часу на модернізацію t_i , вартістю робіт із модернізації c_i .

Потрібно знайти оптимальні варіанти модернізації парку АТ, які будуть забезпечувати максимальний приріст КПЕ з мінімальними фінансовими витратами за найменший час в умовах невизначеності надходження ресурсів.

Отже, на основі розробки методології модернізації парку АК та її складових (наукових методів, методик, математичних моделей, критеріїв) вирішено актуальну наукову проблему обґрунтування варіантів модернізації парку АК цивільної авіації України з урахуванням обмеженого забезпечення ресурсами шляхом комплексного розв'язання задач синтезу варіантів модернізації та оптимізації розподілу ресурсів.

Розроблений науково-методологічний апарат обґрунтування варіантів модернізації парку АК з урахуванням обмеженого та невизначеного забезпечення ресурсами дозволяє визначити приріст рівня технічної досконалості АК у результаті модернізації, оцінити виконуваність обмежень на ресурси та можливості щодо забезпечення потрібного рівня безпеки польотів і в результаті обґрунтувати варіанти модернізації АК з урахуванням реальних можливостей їх реалізації в Україні. Він включає такі методики:

- оцінювання впливу показників технічної досконалості АК на ефективність його застосування;
- оцінювання приросту КПЕ АК після модернізації на основі зміни найзначиміших характеристик АК і його функціональних систем;
- визначення фактичних рівнів безпеки польотів для різних варіантів модернізації АК;
- синтезу варіантів модернізації АК, що ґрунтується на ранжируванні за важливістю тріади критеріїв потенційної ефективності, безпеки польотів і вартості;
- синтезу варіантів модернізації ПС за поетапного забезпечення ресурсами;
- розподілу ресурсів під час модернізації парку АК цивільної авіації в умовах недостатнього фінансування;

– обґрунтування оптимальних варіантів модернізації АК та розподілу ресурсів в умовах невизначеності на основі комбінованого використання алгоритмів штучних імунних систем і байєсовських мереж.

Висновки

Розроблена методологія модернізації парку АТ дозволяє проводити обґрунтування варіантів модернізації авіаційного парку з урахуванням обмеженого забезпечення ресурсами шляхом комплексного розв'язання задач синтезу варіантів модернізації та оптимізації розподілу ресурсів в умовах їх можливої недостатності та невизначеності надходження.

Література

1. Клишин Ю. Ставка на модернизацию и многофункциональность // Вестн. воздушного флота. – 1999. – № 1. – С. 18–21.
2. Самков О.В., Коваленко А.В. Методология обґрунтування варіантів модернізації парку бойових авіаційних комплексів // Зб. наук. пр. НЦ ВПС. – К.: НЦ ВПС ЗС України, 2003. – Вип. 6. – С. 15–20.
3. Самков О.В., Климчук В.П. Особливості розробки та реалізації авіаційних цільових комплексних програм в Україні // Вісн. НАУ. – 2004. – № 4 (22). – С. 55–60.
4. Финадорин Г.А., Харченко А.В., Самков А.В. Методологические аспекты формирования программы развития военной авиации // Тр. НЦ ВВС. – К.: НЦ ВВС, 1997. – Вип. 1. – С. 77–87.
5. Самков О.В., Казак В.М. Методичний підхід щодо обґрунтування оптимальних варіантів модернізації складних технічних систем // Системні технології. – Д.: ДГУ, 2006. – Вип. 6 (47). – С. 212–220.
6. Самков О.В., Литвиненко В.І. Методологічний підхід щодо вирішення завдань розподілу ресурсів в умовах невизначеності // Зб. наук. пр. ДНДІ авіації. – К.: ДНДІА, 2006. – Вип. 21 (9). – С. 220–225.
7. Зайченко Ю.П. Исследование операций. – К.: Вища шк., 1988. – 552 с.
8. Jensen F.V. Bayesian networks basics. – Tech. Rep. Aalborg University, Denmark, 1996.

Стаття надійшла до редакції 04.12.07.