

УДК. 629.7.017.0031

БОРОДІН О.Д., старший науковий співробітник, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЮВАННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ

У статті наведено методику та результати оцінювання і порівняльного аналізу варіантів військово-транспортних літаків за показником ефективності, що враховує їх продуктивність при виконанні поставлених завдань за призначенням та суму енергетичних і матеріалоємних витрат, пов'язаних із забезпеченням основних властивостей літаків

Ключові слова: військово-транспортний літак, бойова ефективність, транспортний потенціал, корисний ефект, продуктивність.

Реалізація потреби Збройних Сил України у військово-транспортних літаках (ВТЛ) обумовлює виникнення ряду організаційно-технічних завдань, складовою яких є оцінювання бойової ефективності (БЕФ) у разі прийняття рішення щодо модернізації наявних або створення (закупівлі) нових зразків ВТЛ. У обох випадках виникає задача визначення варіанта транспортного літака того чи іншого класу, що найкраще задовольняє поставленим перед ним вимогам, особливо показникам призначення (БЕФ).

Значний обсяг витрат у порівнянні з льотним експериментом (льотними випробуваннями) та можливість оцінювання БЕФ літальних апаратів (ЛА) на початкових (проектних) стадіях їх проектування (створювання) надають перевагу у вирішенні зазначеного завдання математичному моделюванню з використанням певних методик [1, 2].

Аналіз науково-методологічного апарату, який використовується для оцінювання БЕФ ЛА військового призначення, показав, що на сьогодні відсутні дослідницькі математичні моделі бойового застосування ВТЛ, які б дозволяли використовувати їх для оцінювання ефективності бойового застосування наявних чи перспективних транспортних літаків.

Тому, основними завданнями даного дослідження є розроблення методики, що дозволяє отримати числові значення показника БЕФ ВТЛ при виконанні поставлених завдань за призначенням [1, 2, 3], та скласти основу методологічного апарату з вирішення вищезазначених практичних питань щодо оновлення парку літаків транспортної авіації.

Показником оцінювання БЕФ ВТЛ [2, 3] може бути транспортний потенціал P_m , який відповідно до призначення та виконуваних завдань літаками даного типу характеризує їх транспортну ефективність, тобто досконалість ВТЛ як транспортного засобу. Така досконалість ВТЛ, як для будь-якого транспортного

засобу, оцінюється корисним ефектом літака, що вимірюється обсягом здійснюваних перевезень, порівняних з повною сумою витрат на забезпечення його основних властивостей, зокрема, конструктивних та льотних.

Основною формою корисного ефекту транспортного літака, відповідно до покладених завдань, можна вважати його продуктивність P

$$P = G_{кн} \cdot L, \quad (1)$$

яка має розмірність роботи та оцінює працездатність ВТЛ, де $G_{кн}$ - маса корисного навантаження (вантажопідйомність) ВТЛ; L - дальність польоту.

Причому для оцінювання та порівняльного аналізу ВТЛ має розглядатися найбільша продуктивність P_m , що представляє (рис. 1) найбільше значення добутку

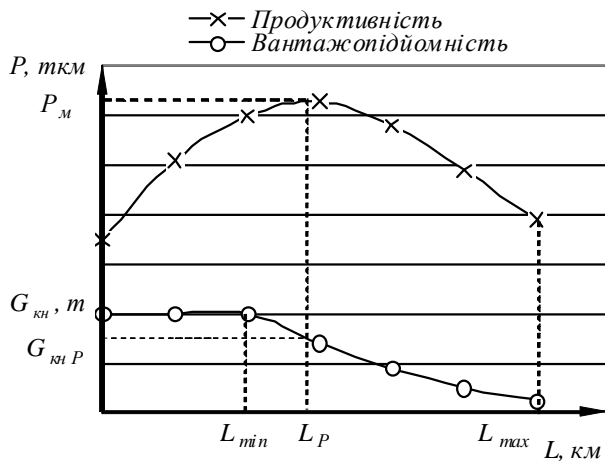


Рис. 1. Характер зміни P та $G_{кн}$ по L

маси корисного навантаження літака $G_{кн}$ (при $G_{кн} = G_{кнP}$) та практичної дальності польоту L (при $L = L_P$).

Ця найбільша продуктивність P_m , як характеристика ВТЛ, є зручною для порівняння працездатності різних транспортних літаків і, згідно з цим, може бути прийнята за показник досконалості варіантів ВТЛ при їх оцінюванні та порівнянні.

Поняття "витрати" пов'язані зі змістом характеру забезпечення основних властивостей ВТЛ згідно зі складовими

його злітної маси G_3 [4, 5]

$$G_3 = G_{сл} + G_{кн} + G_n, \quad (2)$$

де $G_{сл}$ - маса спорядженого літака; $G_{кн}$ - вантажопідйомність ВТЛ відповідно до типу злітно-посадкової смуги та поставленого завдання (дальності польоту); G_n - маса палива.

За даними аналізу (2) витратами можна вважати певну масу палива G_n , яка еквівалентна енергії, що витрачається в польоті. Витратами також можна вважати матеріалоемність літака, що характеризується масою $G_{сл}$.

Згідно з цим транспортний потенціал ВТЛ Π_m можна представити як відношення максимального корисного ефекту літака P_m до суми енергетичних G_n та матеріалоемних витрат $G_{сл}$ на забезпечення конструктивних і льотних властивостей транспортного літака

$$\Pi_m = \frac{P_m}{G_{nP} + G_{сл}} = \frac{G_{кнP} \cdot L_P}{G_{nP} + G_{сл}}, \quad (3)$$

де G_{nP} - маса палива, що витрачається літаком на перевезення маси корисного навантаження $G_{кнP}$ на дальність L_P (рис. 1).

Маса корисного навантаження $G_{кнP}$, що відповідає максимальній продуктивності ВТЛ P_m , визначається за формулою [4, 5]

$$G_{кнP} = G_3 \left[e^{-(l - \sqrt{G_{сл}})} - \overline{G_{сл}} \right], \quad (4)$$

де \bar{G}_{cl} - відносна маса спорядженого літака

$$\bar{G}_{cl} = G_{cl} / G_3. \quad (5)$$

Дальність польоту L_P визначається за формулою

$$L_P = \bar{L} \left(1 - \sqrt{\bar{G}_{cl}} \right), \quad (6)$$

де \bar{L} - параметр дальності польоту [4, 5] ВТЛ, що розраховується залежно від типу двигуна:

для ВТЛ з ТРД або ТРДД

$$\bar{L} = \frac{\kappa \cdot V}{C_{y\delta}}, \quad (7)$$

де κ ¹⁾ - аеродинамічна якість літака; V - швидкість польоту ВТЛ, км/ч; $C_{y\delta}$ - питома витрата палива двигуна, кг/кгс·ч;

для ВТЛ з ТВД

$$\bar{L} = \frac{270 \cdot \kappa \cdot E_g}{C_e}, \quad (8)$$

де E_g - коефіцієнт корисної дії повітряного гвинта; C_e - питома витрата палива ТВД, кг/л.с.·ч.

Маса палива G_{nP} розраховується за формулою

$$G_{nP} = G_3 - G_{cl} - G_{кнР}. \quad (9)$$

Показник Π_m має зміст для усіх варіантів застосування ВТЛ, а також дозволяє в повній мірі кількісно оцінити основні властивості транспортного літака у разі здійснення порівняльного аналізу та вибору кращого його варіанта з альтернативних.

Прикладом апробації методики є результати оцінювання варіантів ВТЛ Ан-70, Ил-76, А-400 та Ан-12 за показником Π_m (рис. 2) за даними їх тактико-технічних характеристик, що наведені у відкритих джерелах [6, 7, 8].

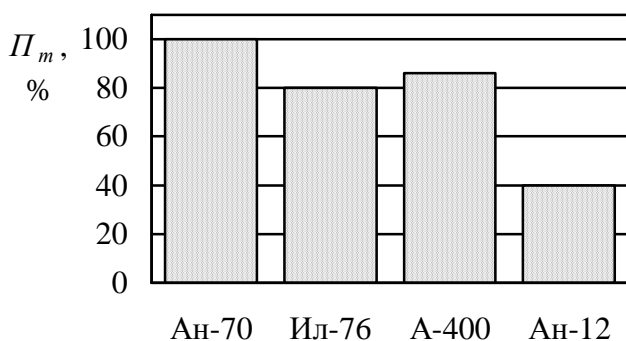


Рис. 2. Транспортний потенціал ВТЛ

Наведені дані свідчать про різний рівень ефективності варіантів ВТЛ, що аналізуються. Найбільший рівень показника БЕФ має ВТЛ Ан-70. Порівняно з ним рівень ефективності літака Ил-76 становить 80 %, а літака А-400 – 86 %. Найнижчий рівень показника БЕФ (40 %) має ВТЛ Ан-12.

Величина транспортного потенціалу Π_m в основному (3)...(6) визначається злітною масою та вантажопідйомністю того чи іншого варіанта ВТЛ. Цим пояснюється низький рівень ефективності Ан-12,

¹⁾ Величини κ , V , $C_{y\delta}$, E_g та C_e обираються для крейсерського режиму польоту літака та роботи двигуна.

який має значно менші характеристики за злітною масою та вантажопідйомністю порівняно з іншими варіантами ВТЛ, що розглядаються.

Перевага одного варіанта ВТЛ над іншим з приблизно однаковою злітною масою 130...190 т (варіанти літаків Ан-70, Іл-76 та А-400) та вантажопідйомністю 47...48 т пояснюється (7)...(8) більш високими значеннями аеродинамічної якості літака, питомої витрати палива двигуна, коефіцієнта корисної дії повітряного гвинта тощо.

Таким чином, при вирішенні практичних питань пов'язаних з визначенням кращого зразка ВТЛ з альтернативних наявних, методика дозволяє провести оцінювання рівня бойової ефективності та обрати оптимальний варіант.

У подальшому виникає задача розробки (удосконалення) теорії та обчислювальних процедур визначення оптимального (раціонального) варіанта ВТЛ по комплексу показників якості з певної множини його альтернативних варіантів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гевелинг В.Н. Боевая эффективность летательных аппаратов. Учебник. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1963. – 220 с.
2. Мильграм Ю.Г., Попов И.С. Боевая эффективность авиационной техники и исследование операций. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1970. – 500 с.
3. Козловский В.И. К вопросу оценки эффективности пассажирского самолета. // Техника воздушного флота, 1969, № 6. С. 6-11.
4. Белянин А.И. Динамика полета и боевого маневрирования летательных аппаратов. Часть 1. – К.: КВВАИУ, 1978. – 380 с.
5. Силков В.И. Динамика полета летательных аппаратов. Конспект лекций. – К.: КМУГА, 1995. – 424 с.
6. Пелых В.К., Федоров А.А., Скрипочка Ю.А. Завод "АВИАНТ". Этапы пути. 1920-2000 гг. / Под ред. Пелых В.К. – К.: ОАО "УкрНИИАТ", 2000. – 111 с.
7. Военная авиация. Кн.1. – Мн.: ООО Попурри, 1999. – 512 с.
8. Военная авиация. Кн.2. – Мн.: ООО Попурри, 1999. – 320 с.

Надійшла до редакції 04.11.2011