

## Влияние на технико-експлоатационните характеристики на самолета върху експлоатационните му разходи

Владимир Гочев

Фирма БГА „Балкан“

### Критерий за качеството и съвършенството на самолета

Една от най-актуалните задачи през настоящия етап на засилваща се конкуренция е да се определи икономическата ефективност при внедряване на нови самолети в самолетостроенето и в областта на въздушния транспорт.

В икономиката на въздушния транспорт са особено важни двете самостоятелни изисквания — икономичност на самия самолет и икономичност на неговата експлоатация.

Икономичността на самолета се определя от производителността, теглото отдаване, скоростта на полета, разхода на гориво, ресурса на двигателите, планера и отделните агрегати, стойността на самолета, характеристиките за излитане и кацане и от други фактори [1].

Върху икономичната експлоатация на самолета влияят: структурата на въздушните линии; броят на използваните самолети от даден тип; капацитетът на самолета (максималното търговско затоварване); крейсерската скорост; средната дължина на отсечката; средното затоварване на самолета; величината, структурата и интензивността на пресягане на цената на самолета върху експлоатационния процес; средната годишна използваемост на самолетите и т. н.; степента на механизация при товарене и разтоварване на самолета; организацията на обслужване на самолета, контролът, огледът и регламентните работи; комплектуването на авиолиниите със запасни части и т. н. Икономичната експлоатация на самолета зависи от начина на обслужването му от стопанина [1].

Всяка от тези характеристики е функция от други величини; например годишният пайлот на транспортните самолети [1, 3] (като основна предпоставка за рентабилността) зависи от:

- качествата на системите, използвани за летене при влошена видимост;
- благоприятните характеристики за ремонтпригодност и експлоатационна технологичност на самолета;
- нивото на надеждност на отделните компоненти на самолета (като задължително условие за високата надеждност на самолета като цяло); всеки

самолет (като задължителна предпоставка за надеждност на цялата система от транспортни самолети); целия парк транспортни самолети от даден тип.

При внедряването на самолети в производство и експлоатация се цели техническото и икономическото решение да са взаимно обвързани, в резултат на което техническото решение предлага няколко варианта. При избора на оптималния вариант се изхожда от:

— нивото на техническите параметри;

— икономическата ефективност на техническото решение.

Нивото на конструктивното и технологическото решение слага своя отпечатък върху икономическата ефективност на продукта.

За най-характерен критерий за качеството и свършенството на самолета се приемат общите експлоатационни разходи на единица превозена продукция  $C_{\text{ткм}}$  в лв./пкм или в лв./ткм, т. е. себестойността като отношение между сумата от експлоатационните разходи  $\Sigma P_e$  на оценяваните самолети за определена единица време (лет. час, год., назначен ресурс и т. н.) и сумата от извършената превозна работа на оценяваните самолети за същата единица време  $\Sigma A$  [1]:

$$(1) \quad C_{\text{ткм}} = \Sigma P_e / \Sigma A.$$

Тези две величини са зависими както от технико-икономическите характеристики на отделния самолет, така и от начина на експлоатирането му от стопанина [1, 3].

В случай, че анализираме всички фактори, влияещи на себестойността, ще получим сложен и непрегледен модел за решаването на проблема. Ето защо ще се опитаме да направим определени опростявания, с помощта на които ще се ориентираме по-добре в проблема, като разглеждаме икономичността на самолета и предполагаме, че сравняваните варианти се експлоатират при еднакви условия (т. е. съблюдават се правилата за съпоставимост).

Правилата за съпоставимост са:

а) Направените разходи за сравняваните обекти освен за признака, по който се определя ефективността, трябва да са в съпоставим вид по обем на продукцията, нейния състав, качество и т. н. В качеството на базов обем продукцията се приема обемът продукцията за предлагания вариант. В тези случаи, когато новият обект може да осигури повече, отколкото е необходимо, количеството продукцията, експлоатационните разходи за сравняваните обекти се привеждат към необходимия обем продукцията. Сравнимост и съпоставимост по обем на продукцията могат да бъдат постигнати чрез заместване във формулите за себестойността за единица продукцията и на относителни капиталовложения;

б) Трябва да бъде гарантирана съпоставимост по използваните цени, т. е. изчисленията е необходимо да се извършват по единни цени за определяне на ефекта и загубите за постигането му;

в) В случай, когато сравняваните варианти на направените разходи за капитални вложения се реализират в различни срокове, а текущите разходи се изменят във времето, е необходимо обезателно да се приведат разходите за следващите години към текущия момент;

г) При определяне на сумата от направените разходи е необходимо да се постигне пълна отчетност на тези разходи. В сумата на направените разходи е необходимо да се включат разходите не само за строителство на обекта, реконструкция на действащите предприятия, за създаване на нови машини и т. н., но и разходите, необходими за проектирането на обекта, на оборотните средства, нужни за функционирането на обектите.

В случаите, когато при внедряване на нови машини се демонтират или



бракуват старите, към разходите е необходимо да се добавят и разходите за демонтаж, а остатъчната стойност на старото оборудване да се добави към ефектите, като се отчитат и сумите след реализирането му. Например, ако се изчислява икономическата ефективност от внедряване в експлоатация на нов тип самолет, то от първоначалната стойност на самолета от стар тип се изважда сумата, получена от предаването на самолета за метал, и стойността на оборудването, което може да бъде използвано за други самолети или предадено на други отрасли на народното стопанство. Ако двигателите се заменят с нови и старите се предават в други отрасли на народното стопанство за следваща експлоатация, то при изчисляването на остатъчната стойност от първоначалната стойност на двигателите се изважда цената от реализацията им в другите отрасли [1];

д) При внедряването на нова техника, изменяща качеството и експлоатационните свойства на продукцията, е необходимо да се отчитат измененията на разходите и ефектът както в сферата на производството, така и в сферата на експлоатационния процес.

Чрез целесъобразен избор на опростени предимства е възможно вместо характеристиките за продължителен период на целия парк от определен тип самолети (колкото е по-голям интервалът от време и колкото е по-голям броят на изследваните самолети, толкова и резултатите са по-обективни) да се работи с характеристики, отнесени към един летателен час на определен самолет  $C_{\text{ткм}}$  в лв./ч.

При средни експлоатационни условия извършената работа  $A_{\text{ч}}$  в ткм/ч от даден самолет е практически постоянна [1, 3]

$$(2) \quad A_{\text{ч}} - G_{\text{тн}} \gamma V_{\text{р}} = \text{const},$$

където  $G_{\text{тн}}$  е средно търговско патоварване на самолета в тонове,  $V_{\text{р}}$  — средната скорост на самолета по отсечките в км/ч,  $\gamma$  — среден коефициент на използваемост на самолета. Следователно:

$$(3) \quad C_{\text{ткм}} = \frac{P_{\text{еч}}}{\text{const}}$$

При опростяванията на условията е възможно да извършим оптимизирането на критерия за качеството ( $C_{\text{ткм}}$ ) на оценявания самолет чрез определянето на минималните общи часови експлоатационни разходи на самолета ( $P_{\text{еч}}$ ) или дори в случай на още по-голямо опростяване чрез определяне на експлоатационните разходи, изведени само от структурата на цената и технико-икономическите характеристики на самолета. Ако приемем, че

$$(4) \quad P_{\text{еч}} = P'_{\text{еч}} + P''_{\text{еч}}$$

и

$$(5) \quad P''_{\text{еч}} = \text{const} \quad [1, 3],$$

където  $P'_{\text{еч}}$  са експлоатационни разходи на самолета за час, като се изхожда от структурата на цената и технико-икономическите характеристики на самолета в лв./ч;  $P''_{\text{еч}}$  — всички останали експлоатационни разходи на самолета за час (заплати на екипажа, разходи за гориво и т. н.) в лв./ч. Тези данни присъмаме за изходни при проектирането на самолета и при определянето на сравнителната икономическа ефективност при внедряването на нови самолети в експлоатацията.

## Експлоатационни разходи

Експлоатационните разходи за час  $P'_{\text{еч}}$ , изведени от структурата на цената на транспортния самолет и от нивото на технико-икономическите и експлоатационните характеристики на самолета (съответно на неговите отделни компоненти) са сума от експлоатационни разходи за час на отделните компоненти на транспортния самолет  $P_{\text{еч } i}$  в лв./ч.

$$(6) \quad P'_{\text{еч}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{еч } i}$$

Експлоатационните разходи за час на определен компонент от самолета са сума от разходите за [1, 3] амортизационни отчисления, отчисления за генерален ремонт, техническо обслужване и текущ ремонт, застраховки и инвестиционни отчисления.

Понастоящем разходите за застраховка в България не се отчитат като експлоатационни разходи, а те по своята същност са експлоатационни разходи и затова в направените по-долу изчисления и разсъждения те се третират като такива. В бъдеще ще е необходимо да се включват в себестойността на превозите, като се промени нормативната база за образуване на печалбата на предприятието и т. н. Аналогично е положението и с инвестиционните отчисления, които са необходими за закупуване на нова техника. Трябва да се разграничат отчисленията за амортизация и за инвестиции, което засега у нас не е направено.

1. Амортизационните отчисления  $P_{\text{ам } i}$  в лв./ч. се определят по формула

$$(7) \quad P_{\text{ам } i} = \frac{C_i}{T_{\text{ам } i}} a_i,$$

та, където  $C_i$  е покупателна цена в лв./ч;  $T_{\text{ам } i}$  — период на амортизация (амортизационен срок) в часове;  $a_i$  — емпиричен коефициент (близък до единица), отчитащ в себе си остатъчната стойност в края на амортизационния срок и стойността на резервните части, необходими за осигуряване на ресурса.

Изхождайки от дефиницията на амортизационния срок, е възможно отделните компоненти на самолета да се разделят на две характерни групи:

а) компоненти, за които амортизационният срок е ограничен от моралното остаряване на самолетите в години

$$(8) \quad T_{\text{ам } i} = T_{\text{мор.ам } i} T_{\text{г}},$$

където  $T_{\text{мор.ам } i}$  е амортизационен срок за морално износване (за планера най-често 12-годишен) в години,  $T_{\text{г}}$  — среден годишен нальот на самолета в ч/год;

б) компоненти, за които амортизационният срок е ограничен от безопасния ресурс на самолета, изразен в летателни часове, нальот или в брой кацания и излитания и т. н.

$$(9) \quad T_{\text{ам } i} = T_{\text{р } i}$$

2. Отчисления за генерален ремонт  $P_{\text{квр } i}$  в лв./ч

$$(10) \quad P_{\text{квр } i} = \left( \frac{T_{\text{р } i}}{T_{\text{квр}}} - 1 \right) \frac{C_{\text{квр } i} C_i}{T_{\text{р } i}},$$

където  $T_{\text{квр}}$  е среден нальот между два ремонта в часове,

$c_{квр i}$  — аритметична стойност на цената за КВР (в отношение към цената на закупуване)

$$(11) \quad c_{квр i} = \frac{U_{квр i}}{U_i}.$$

3. Разходи за техническо обслужване (ТО) и текущ ремонт  $P_{то i}$

$$(12) \quad P_{то i} = (c'_{то i} + c''_{то i}) \frac{U_i}{T_{р i}} = \frac{U_i}{T_{ам i}} c_{то i},$$

където  $c'_{то i}$  е нормативна трудоемкост за ТО на определен компонент от самолета за целия ресурс на самолета

$$c'_{то i} = H_{тр.то i} / U_i,$$

$c''_{то i}$  — материалоемкост по норматив за ТО на определен компонент от самолета

$$(13) \quad c''_{то i} = H_{мат.то i} / U_i,$$

$c_{то i}$  — сумарен норматив за ТО на определен компонент за целия ресурс на самолета в отношение към цената на закупуване на компонента.

4. Разходи за застраховка  $P_{з i}$

$$(14) \quad P_{з i} = \frac{Z_{п i} U_i}{T},$$

където  $Z_{п}$  е средногодишна аритметична стойност на застрахователна премия за транспортен самолет в год<sup>-1</sup>.

5. Инвестиционни отчисления  $P_{инв i}$  в лв./ч.

$$(15) \quad P_{инв i} = I_{инв i} \frac{U_i}{T},$$

където  $I_{инв}$  са средни годишни инвестиционни отчисления в отношение към  $U_i$  в год<sup>-1</sup>.

6. Сума от експлоатационните разходи за час на определен компонент от самолета  $P'_{еч i}$ :

а) за компонент със срок на бракуване по съхранение

$$(16) \quad P'_{еч i} = U_i \left[ \frac{1}{T} \left( \frac{a_i}{T_{мор.ам i}} + Z_{п i} + I_{инв i} \right) + \left( \frac{T_{р i}}{T_{квр i}} - 1 \right) \frac{c_{квр i}}{T_{р i}} + \frac{c_{то i}}{T_{р i}} \right].$$

След елементарни опростявания получаваме

$$(17) \quad P'_{еч i} = U_i K_{1 i} = \frac{U_i}{T};$$

б) за компоненти със срок на бракуване по ресурс в нальот, качания и т. н.

$$(18) \quad P'_{еч i} = U_i \left[ \frac{a_i}{T_{р i}} + \frac{1}{T_{г i}} (Z_{п i} + I_{инв i}) + \left( \frac{T_{р i}}{T_{квр i}} - 1 \right) \frac{c_{квр i}}{T_{р i}} + \frac{c_{то i}}{T_{р i}} \right].$$



След елементарни опростявания получаваме

$$(19) \quad P_{\phi \text{ ч } i} = C_i k_{2i} = \frac{C_i}{T_{2i}},$$

като дефинираме изразите по следния начин:

$$(20) \quad k_{1i} = \frac{1}{T_{ri}} \left( \frac{a_i}{T_{\text{мор.ам}i}} + Z_{\text{п}i} + I_{\text{инв}i} \right) + \left( \frac{T_{\text{р}i}}{T_{\text{квр}i}} - 1 \right) \frac{c_{\text{квр}i}}{T_{\text{р}i}} + \frac{c_{\text{то}i}}{T_{\text{р}i}},$$

$$(21) \quad k_{2i} = \frac{a_i}{T_{\text{р}i}} + \frac{1}{T_{\text{р}i}} (Z_{\text{п}i} + I_{\text{инв}i}) + \left( \frac{T_{\text{р}i}}{T_{\text{квр}i}} - 1 \right) \frac{c_{\text{квр}i}}{T_{\text{р}i}} + \frac{c_{\text{то}i}}{T_{\text{р}i}},$$

където  $k_{1i}$  ( $k_{2i}$ ) е скорост (интензивност) на пренасяне на покупателната стойност на определен компонент от самолета до експлоатационния процес (т. е. част от цената, която се пренася за един летателен час) в  $\text{ч}^{-1}$ ,  $T_{1i}$  ( $T_{2i}$ ) — „еквивалентен срок на бракуване“ на определен компонент, т. е. времето, измерено в летателни часове, за което (при отчитане на всичките съществени свойства) ще се пренесе в експлоатационния процес част, равна на 100% от стойността на покупателната цена на компонента. Тези стойности е необходимо да се повишават.

### Пример за конкретен малък транспортен самолет

1. Еквивалентен срок на бракуване и скорост на пренасяне на покупателната стойност до експлоатационния процес:

а) планер на самолета (типичен компонент със срок на бракуване по години). Ще анализираме  $k_{1i}$  и  $T_{1i}$ , като използваме следните изходни данни:

- $T_{\text{г}}$  — 200 л. ч./г., 300 л. ч./г., 400 л. ч./г. нальот;
- $T_{\text{ам.с}}$  — 10 години срок на морално амортизиране (срок на съхранение);
- $Z_{\text{п}}$  — 4% за година = 0,04 за година застрахователна премия;
- $I_{\text{инв}}$  — 6% за година = 0,06 инвестиционни отчисления за година;
- $T_{\text{ам.р}}$  — 2000 летателни часа за целия период на експлоатация;
- $T_{\text{квр}}$  — 400 л. ч. междуремонтен ресурс;
- $c_{\text{квр}}$  — 0,12 (отношение на цената за КВР към цената на закупуване);
- $c_{\text{то}}$  — 0,4 (отношение на цената за ТО към цената на закупуване);
- $a$  — 1,05 емпиричен коефициент, отчитащ резервните части.

Таблица 1

Величина	$T_{\text{г}}$ [ч/г]		
	200	300	400
$k_{\text{т}} = 0,205/T_{\text{г}}$ [1/ч]	0,001025	0,0006833	0,0005125
$k_{1i} = k_{\text{т}} + 0,00044$ [1/ч]	0,001465	0,0011233	0,0009525
$T_{1i} = 1/k_{1i}$ [ч]	682,594	890,23413	1049,8687
$m_i = 2000/T_{1i}$	2,93	2,247	1,905

Замествайки горните стойности във формулата за  $k_{1i}$ , получаваме

$$(22) \quad k_{1i} = \frac{1}{T_r} \left( \frac{1,05}{10} + 0,04 + 0,06 \right) + \left( \frac{2000}{400} - 1 \right) \frac{0,12}{2000} + \frac{0,4}{2000} = 0,205/T_r + 0,00044.$$

Замествайки променливите за  $T_r$ , получаваме стойностите, показани в табл. 1.

За целия ресурс на самолета (в нашия случай 2000 л. ч.) цената на планера ще се пренесе до експлоатационния процес

$$(23) \quad n_1 = T_{p.сам}/T_1$$

от два до три пъти в зависимост от годишния нальот на самолета;

б) за останалите компоненти на самолета (със срок на бракуване в зависимост от ресурса им). Тъй като във формулата за  $k_{2i}$  съществуват много променливи, ще използваме зависимостта  $k_{2i}$ , респ.  $T_{2i} = f(T_p, C_{квр})$  за графична интерпретация, като използваме следните количествени взаимоотношения между някои от зависимостите:

— ресурсът на компонентите е четири пъти по-голям от ресурса до капитален ремонт ( $T_{pi} = 4 T_{квр. i}$ );

— сумата от разходите за техническо обслужване и текущ ремонт между отделните капитални ремонти е 50% от разходите за КВР, т. е. за целия ресурс на самолета (четири броя капитални ремонта) ще е равна на  $2C_{квр}$  или  $C_{то} = 2C_{квр}$ ;

— разходите за резервни части са 20% за планирания ресурс от 2000 л. ч. на самолета, като нарастват (намаляват) с 50% при всяко двукратно увеличаване (намаляване) на ресурса на компонента (табл. 2). Това може да се изрази по следния начин, като при всяко двукратно увеличаване (намаляване) на ресурса на компонента разходите за резервните части нарастват (намаляват) с постоянен процент:

Ресурс на компонента

Съответен коефициент  $\Delta a_i$

$$1 \quad y_1 = x2^0$$

$$\Delta a_1 = (1+p)^0 \Delta a_1$$

$$2 \quad y_2 = x2^1$$

$$\Delta a_2 = \Delta a_1 + \Delta a_1 p = (1+p)^1 \Delta a_1$$

$$4 \quad y_4 = x2^2$$

$$\Delta a_4 = \Delta a_2 + \Delta a_2 p = (1+p)^2 \Delta a_1$$

$$8 \quad y_8 = x2^3$$

$$\Delta a_8 = \Delta a_4 + \Delta a_4 p = (1+p)^3 \Delta a_1$$

$$16 \quad y_{16} = x2^4$$

$$\Delta a_{16} = \Delta a_8 + \Delta a_8 p = (1+p)^4 \Delta a_1$$

$$n \quad y_n = x2^k$$

$$\Delta a_n = (1+p)^k \Delta a_1$$

Целта на следващите преобразувания е да се изрази функционалната зависимост между  $\Delta a$  и ресурса на компонента. Поредността на компонента (в лявата колона) се изразява чрез  $n = 2^k$ , като след логаритмуване получаваме  $k = \log n / \log 2$ . Замествайки този до израза за  $\Delta a_n$ , получаваме

$$(24) \quad \Delta a_n = \Delta a_1 (1+p)^{\log n / \log 2}.$$

Целта на следващите преобразувания е да приведем независимата променлива  $n$  от експонента в основата на степента.

Таблица 2

$T_{pi}$	250	500	1000	2000	4000	8000	16 000	32 000
$\Delta a_i$	0,0198	0,0099	0,0395	0,0593	0,0889	0,1333	0,200	0,300
$a_i$	0,9198	0,9099	0,9395	0,9593	0,9889	1,0333	1,100	1,200

Преобразуванията се извършват с израза

$$(25) \quad (1+p)^{\log n / \log 2}$$

След логаритмуване получаваме

$$(26) \quad \log(1+p) \frac{\log n}{\log 2} = \log n \frac{\log(1+p)}{\log 2}$$

След антилогаритмуване получаваме  $n^{\log(1+p)/\log 2}$ .

По този начин бе доказана еквивалентността на двата израза

$$(27) \quad (1+p)^{\log n / \log 2} = n^{\log(1+p)/\log 2}$$

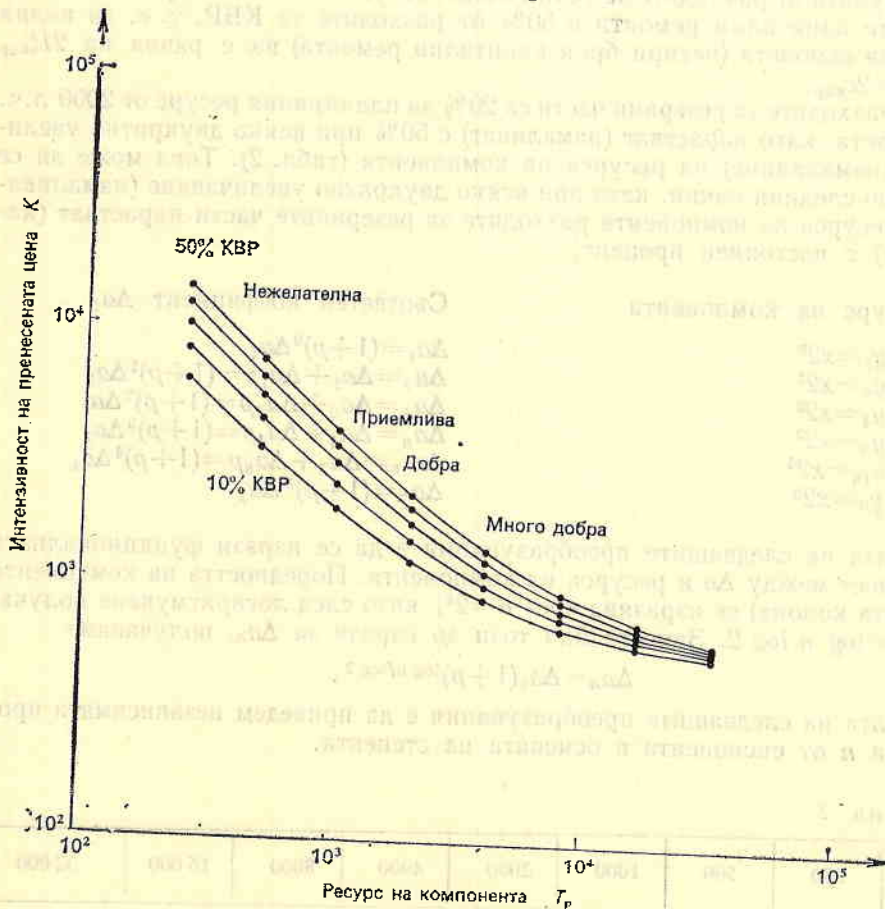
Окончателният вид на функцията е

$$(28) \quad \Delta a_n = \Delta a_1 n^{\log(1+p)/\log 2}$$

С цел да се опростят изчисленията е подходящо експонентата и зависимостта да се представят в следния вид:

$$(29) \quad b = \log(1+p)/\log 2, \quad b > 0,$$

$$(30) \quad \Delta a_n = \Delta a_1 n^b$$



Фиг. 1. Интензивност на предесената цена на компонента при експлоатирането му в зависимост от ресурса на компонента и цената на КВР



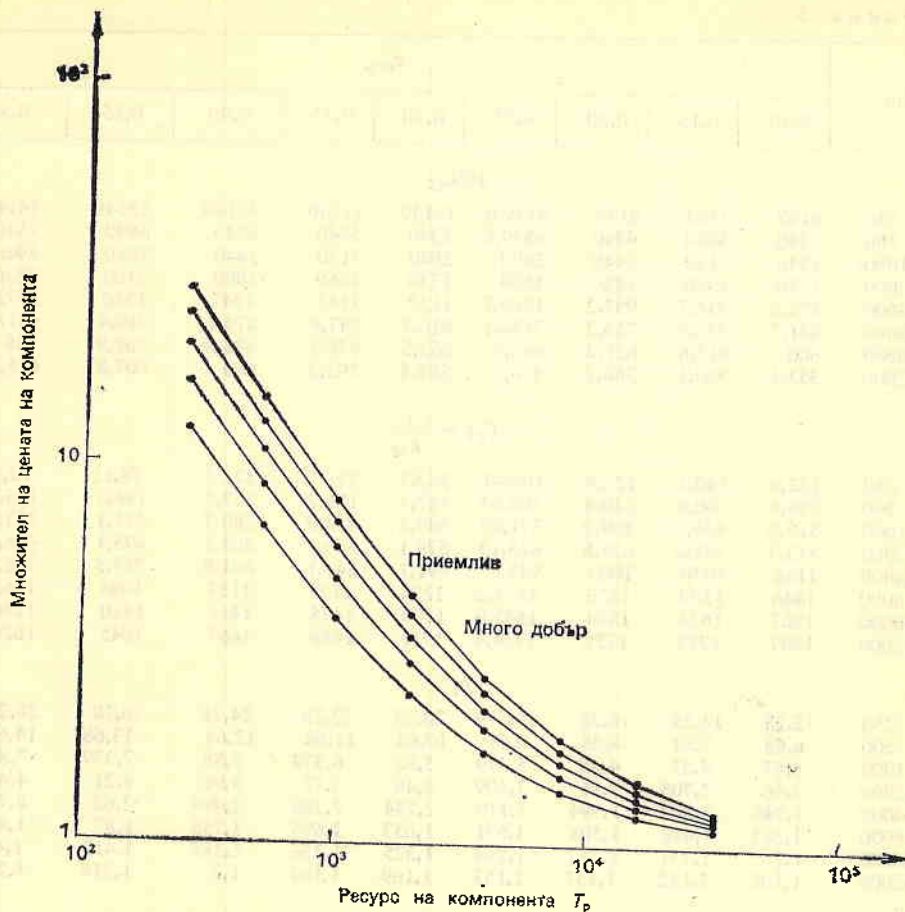
Таблица 3

$T_{pi}$	$c_{квр}$								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
	$10^6 k_{zi}$								
250	6140	7140	8140	9139,6	10140	11140	12140	13140	14140
500	3340	3840	4340	4839,6	5340	5840	6340	6840	7340
1000	1940	2190	2440	2690	2940	3190	3440	3690	3940
2000	1230	1350	1480	1600	1730	1860	1980	2100	2230
4000	872,2	934,7	997,2	1509,7	1122	1185	1247	1310	1372
8000	691,7	722,9	754,2	785,41	816,7	847,9	879,1	910,4	941,7
16000	600	615,6	631,2	646,9	662,5	678,1	693,8	709,8	725
32000	553,1	560,1	568,7	576,6	584,4	592,2	600	607,8	615,6
	$T_{2i} = \frac{1}{k_{zi}}$								
250	162,9	140,1	122,9	109,41	98,62	89,77	82,77	76,11	70,72
500	299,4	260,4	230,4	206,63	187,9	171,2	157,7	146,2	136,2
1000	515,6	456,7	409,9	371,82	340,2	313,5	290,7	271,1	253,8
2000	813,2	738,2	675,8	623,19	578,1	539,2	505,1	475,1	448,5
4000	1146	1070	1003	943,6	891,1	844,1	801,8	763,5	728,7
8000	1446	1383	1326	1273,2	1224	1179	1137	1098	1062
16000	1667	1624	1584	1545,9	1509	1475	1441	1410	1380
32000	1807	1783	1758	1734,4	1711	1689	1667	1645	1624
	$n_i$								
250	12,28	14,28	16,28	18,279	20,28	22,28	24,28	26,28	28,28
500	6,68	7,68	8,68	9,68	10,68	11,68	12,68	13,68	14,68
1000	3,87	4,37	4,88	5,379	5,88	6,379	6,88	7,379	7,88
2000	2,46	2,709	2,96	3,209	3,46	3,71	3,96	4,21	4,459
4000	1,744	1,869	1,994	2,119	2,244	2,389	2,494	2,62	2,744
8000	1,383	1,446	1,508	1,571	1,633	1,696	1,758	1,82	1,883
16000	1,2	1,231	1,262	1,294	1,325	1,356	1,388	1,419	1,45
32000	1,106	1,122	1,137	1,153	1,169	1,184	1,2	1,216	1,231
	$\bar{n}_i = \frac{n_i}{2,93}$								
250	4,191	4,873	5,556	6,2386	6,921	7,604	8,286	8,969	9,652
500	2,279	2,621	2,96	3,303	3,64	3,986	4,327	4,669	5,01
1000	1,324	1,49	1,665	1,876	2,006	2,177	2,348	2,518	2,69
2000	0,839	0,925	1,01	1,095	1,181	1,266	1,351	1,437	1,521
4000	0,595	0,638	0,681	0,723	0,766	0,809	0,851	0,894	0,937
8000	0,472	0,493	0,519	0,536	0,557	0,579	0,601	0,621	0,643
16000	0,41	0,42	0,431	0,445	0,456	0,463	0,474	0,484	0,495
32000	0,378	0,383	0,388	0,393	0,399	0,404	0,409	0,415	0,420

Желателно е да се изследват факторите, които влияят на експонентата  $b$ . В табл. 2 стойността на  $p$  е равна на 50%, или 0,5. Стойността на  $a_i$  се изчислява, като се отчитат остатъчната стойност и операциите по демонтажа и бракуването на компонента (поради тази причина тя е променлива и може да е по-голяма или по-малка от единица).

Предполагаме, че  $T_r$  — годишният нальот, на самолета с 200 часа, а за останалите параметри ще използваме вече посочените стойности —  $Z_n = 4\%$  и  $I_{див} = 6\%$ ,

$$(31) \quad k_{zi} = \frac{1}{200} (0,04 + 0,06) + \frac{1}{T_{pi}} (a + 5c_{квр}) = 0,0005 + \frac{1}{T_{pi}} (a + 5c_{квр}).$$



Фиг. 2. Множител на цената на компонента, пренесена за ресурса на самолета в зависимост от ресурса на компонента

Резултатът от изчисленията е представен графично на фиг. 1.

2. Множител за стойността от компонента, пренесена до експлоатационния процес за целия ресурс на самолета:

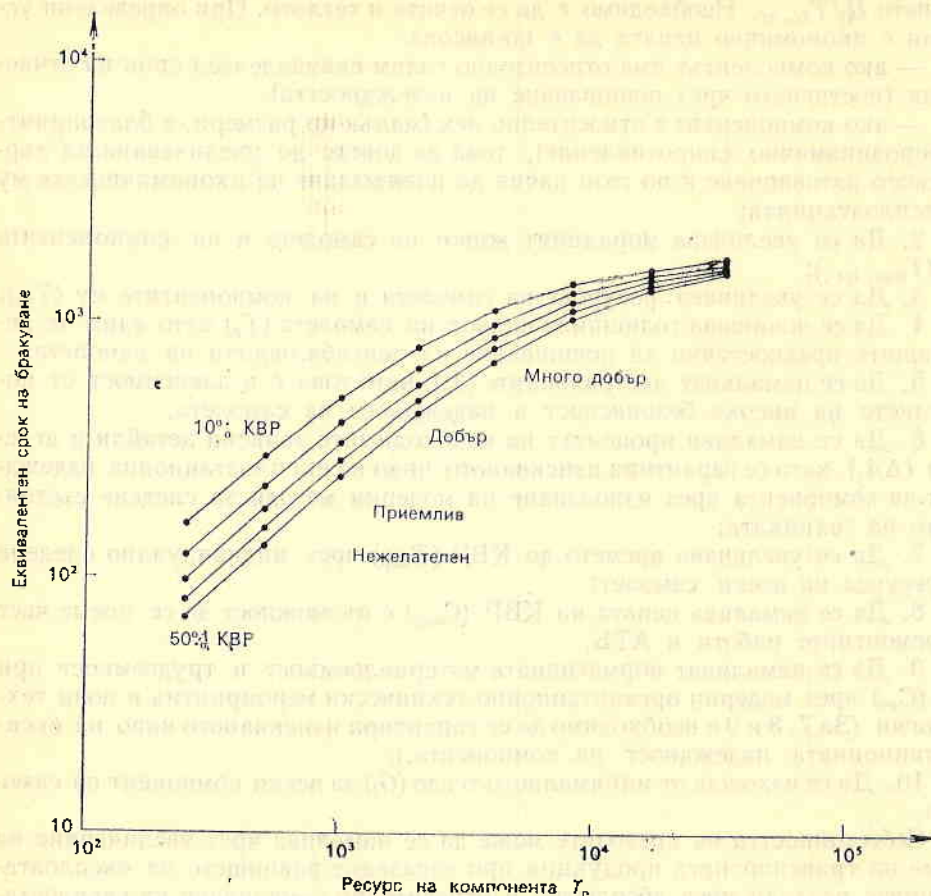
В табл. 3 са представени получените стойности за разглежданите величини

$$(32) \quad (k_{2i}, T_{2i}, n_i, \bar{n}_i) = f(c_{\text{квр}}, T_{pi}).$$

Нивото на технико-икономическото съвършенство на определен компонент на самолета може много добре да се демонстрира чрез множителя за стойността от компонента, пренесена до експлоатационния процес за целия ресурс на самолета  $n_i = T_p / T_{2i}$ . Най-добре ще е, когато този множител се приближава до множителя на планера. За приемливо се счита, когато тази стойност не е по-голяма от 1,5—2 пъти от множителя на самолета.

$$(33) \quad \bar{n}_i = k_{2i} / k_{1\text{сам}} = n_i / n_{\text{сам}} \leq (1,5 \div 2).$$

Стойностите, получени от изчисленията, са дадени в табл. 3 и са изобразени на фиг. 1, 2 и 3.



Фиг. 3. Еквивалентен срок на бракуване на компонента в зависимост от ресурса на компонента и цената за КВР

### Изводи

При избора и внедряването в експлоатация на икономически най-ефективния самолет решаващо е технико-икономическото качество на транспортния самолет.

Анализирайки технико-експлоатационните характеристики на самолета и влиянието им върху експлоатационните разходи за час, се потвърждават изводите, че е необходимо да се изпълняват следните изисквания както в производството, така и при експлоатацията на самолета с цел да се повиши технико-икономическото качество на самолета:

1. Да се постигат минимални покупателни цени за отделните компоненти на самолета, и то преди всичко на тези, които имат решаващо влияние върху общата цена на самолета (планер, двигатели, радионавигационни системи и др.). Това изискване за минимум на цената не бива да се абсолютизира, защото заедно с цената е необходимо да се оценяват и интензивността на пренасянето ѝ до експлоатационния процес, съответно и еквивалентният срок на изплащане и отчисления ( $T_{1i}, 2i$ ), тъй като най-съществено и важно е съотно-



шеписто  $C_i/T_{1i, 2i}$ . Необходимо е да се отчита и теглото. При определени условия е икономично цената да е по-висока:

— ако компонентът има относително голям еквивалентен срок на отчисления (постигнато чрез повишаване на надеждността),

— ако компонентът е относително лек (малък по размери, с благоприятно аеродинамично съпротивление), това да доведе до увеличаване на търговското натоварване и по този начин до повишаване на икономичността му в експлоатацията;

2. Да се увеличава моралният живот на самолета и на компонентите му ( $T_{\text{мор. ам } i}$ );

3. Да се увеличава ресурсът на самолета и на компонентите му ( $T_{pi}$ );

4. Да се повишава годишният нальот на самолета ( $T_r$ ) като една от решаващите предпоставки за повишаване на рентабилността на самолета;

5. Да се намаляват застраховките ( $Z_{ii}$ ), като това е в зависимост от постигането на висока безопасност и надеждност на самолета;

6. Да се намалява процентът на необходимите запасни детайли и агрегати ( $\Delta A_i$ ), като се гарантира изискваното ниво на експлоатационна надеждност на компонента чрез използване на модерни методи за следене състоянието на техниката;

7. Да се увеличава времето до КВР ( $T_{\text{квр}}$ ) чрез индивидуално следене на ресурса на всеки самолет;

8. Да се намалява цената на КВР ( $C_{\text{квр}}$ ) с възможност да се поеме част от ремонтните работи в АТБ;

9. Да се намаляват нормативната материалоемкост и трудоемкост при  $TO_i$  ( $C_{i0}$ ) чрез модерни организационно-технически мероприятия и нови технологии (За 7, 8 и 9 е необходимо да се гарантира изискваното ниво на експлоатационната надеждност на компонента.);

10. Да се изхожда от минималното тегло ( $G_i$ ) за всеки компонент на самолета.

Себестойността на превозите може да се намалява чрез увеличаване на обема на транспортната продукция при запазване равнището на експлоатационните разходи чрез абсолютно и относително намаляване на експлоатационните разходи при изпреварващо темпо на увеличаване на обема на транспортната продукция. От всички варианти в изменението на съотношението между размера на експлоатационните разходи и обема на транспортната продукция основно място принадлежи на тенденцията, при която темпът на ръста на произвежданата продукция превишава ръста на експлоатационните разходи, защото само при това условие се създават предпоставки за повишаване ефективността на единната транспортна система [2].

Настоящият метод за определяне на експлоатационните разходи на самолета може да се използва за оптимизирането им още на етапа на проектиране на самолета при съответстващо и конкурентноспособно технико-икономическото съвършенство на самолета.

Направените изводи и изведените формули може да се използват при определянето на икономическата ефективност от усъвършенстването на самолета при проектирането му, в процеса на производството и експлоатацията му, както и при определянето на сравнителната икономическа ефективност при внедряването на нови самолети в експлоатацията.

## Литература

1. Мирошников, А. В. Экономика, организация и планирование гражданской авиации. М., Транспорт, 1983.
2. Мухордых, Е. В. Производительность труда в гражданской авиации. М., Транспорт, 1986.
3. Яхин, М. Х. Финансы воздушного транспорта. М., Транспорт, 1983.

Поступила на 4. VI. 1990 г.

### Influence of the technical and exploitation characteristics of the airplane on its exploitation costs

Vladimir Gochev

(Summary)

In the present paper the influence of the technical and exploitation characteristics of the airplane engendered by the latter's design, production and manner of exploitation on its exploitation costs is considered. A function has been derived accounting for the intensity of the purchasing value transfer of a particular airplane component by resource on conservation or by resource on hours of flying to the exploitation process by the help of which the "equivalent decommission term" has been defined. Conclusions have been made outlining the directions for increasing the technical and economical perfection of the airplane. The method for determining the airplane's exploitation costs, suggested in the present paper, may be used for their optimization at the very stage of airplane design provided an adequate and competitive technical and economical perfection of the airplane is available.