

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МОДИФИКАЦИЙ САМОЛЕТОВ ТРАНСПОРТНОЙ КАТЕГОРИИ

Введение

Наиболее общим экономическим показателем создания самолета является стоимость его жизненного цикла (ЖЦ) включающая в себя затраты на все этапы – разработку, производство и эксплуатацию [1]. Оптимизация его параметров по этому показателю дает максимальный экономический эффект.

В настоящее время экономическая эффективность авиационных перевозок оценивается [2 – 4] по двум стоимостным показателям: $A^ч$ – стоимости самолето-часа и a – себестоимости перевозки одной тонны груза на один километр пути.

Это частные показатели эффективности, которые включают в себя затраты при эксплуатации самолета исходя из условия минимизации затрат на каждом из этапов его жизненного цикла. В этом их достоинство и недостатки.

К недостаткам приведенных частных показателей стоимостной эффективности следует отнести то, что они:

- не учитывают увеличение затрат при выполнении НИОКР по снижению затрат в эксплуатации;
- не отражают эффект увеличения затрат при необходимости повышения ресурса агрегатов и узлов, обеспечивающего снижение амортизационных отчислений;
- не учитывают снижение затрат на сокращение летных испытаний и использование унифицированных конструктивов при производстве модификаций;
- используются только при поверочных оценках, когда возможность влияния на стоимость жизненного цикла отсутствует.

Из приведенного следует, что не минимизация затрат на каждом из этапов жизненного цикла определяет оптимальную стоимостную оценку, поскольку, например, увеличение затрат на этапе проектирования может существенно снизить эксплуатационные расходы и тем самым затраты за весь жизненный цикл, или уменьшить трудозатраты на этапе производства модификации и тем самым стоимость самолета как одну из составляющих стоимости жизненного цикла.

Постановка задачи

Разработать метод оценки стоимости жизненного цикла модификаций самолетов транспортной категории, который позволял бы определять затраты за ЖЦ на этапе их разработки и управлять их величиной путем вариантности принимаемых технических решений.

Решение поставленной задачи

Для оценки уровня эффективности модификаций на этапе их разработки предлагается использовать совокупности взаимосвязей уже известных показателей, таких, как:

- рейсовая производительность и маркетинговая стоимость рейса;
- себестоимость самолето-часа и заявленный ресурс модификации в летных часах.

В этих совокупностях [2] наиболее полно обеспечивается взаимосвязь экономических показателей и параметров, применяемых при проектировании.

Как уже отмечалось, главной потребностью разработки модификаций является изменение их характеристик «груз – дальность», т. е. рейсовой работоспособности ($m_{к.н} \cdot L$). С учетом этого стоимость затрат за жизненный цикл идентифицируется в выражение

$$C_{ж.ц}^ч = A_p(m_{к.н} \cdot L)N_p, \quad (1)$$

где A_p – себестоимость рейса;

N_p – число рейсов за весь период эксплуатации;

$m_{к.н}$, L – коммерческая нагрузка и дальность ее перевозки.

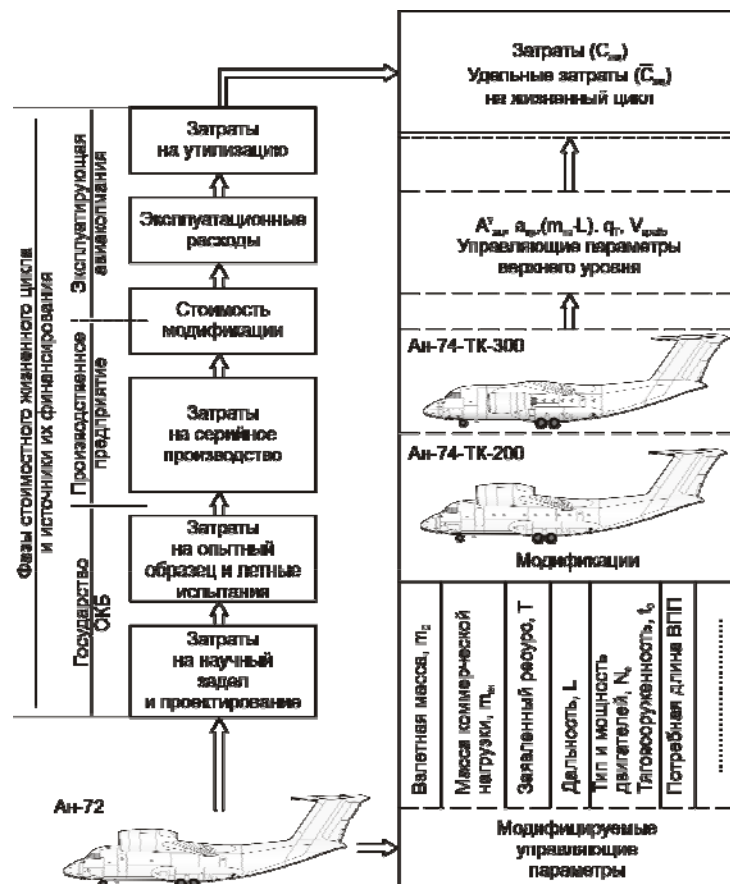


Рисунок 1 – Схема метода оценки затрат за жизненный цикл модификаций путем изменения управляющих технических параметров

Другой формой идентификации стоимости жизненного цикла модификаций (условие 1) является ее запись через заявленный ресурс

$$C_{ж.ц}^ч = A^ч (m_{к.н} \cdot L) T_ч, \quad (2)$$

где $A^ч$ – приведенные расходы, приходящиеся на один час полета;
 $T_ч$ – амортизационный срок службы самолета в летных часах.

Если же амортизационный срок задан в календарном времени, то

$$C_{ж.ц} = A^ч (m_{к.н} \cdot L) B_э T_э, \quad (3)$$

где $B_э$ – годовой налет самолета в часах;

$T_э$ – календарный срок службы в годах.

В обе основные зависимости по определению стоимости жизненного цикла (1) и (2) входит важный стоимостный параметр – приведенные часовые затраты.

В общем случае выражение для прямых эксплуатационных затрат по планеру самолета запишем [4] в следующем виде:

$$A^ч = 1,4(A_{амс} + A_{мос} + A_{эсм}), \quad (4)$$

где $A_{амс}$ – часовые расходы на амортизацию самолета; $A_{мос}$ – часовые расходы на техническое обслуживание планера самолета; $A_{эсм}$ – расходы на горюче-смазочные материалы; 1, 4 – коэффициент, учитывающий расходы по амортизации и техническому обслуживанию при непроизводительном налёте часов.

При учете величины $B_э$ в определении $C_{ж.ц}$ тонно-километра авиаперевозок следует воспользоваться статистическими зависимостями [4], позволяющими дифференцировать налет по дальности полета самолета L , что важно при сравнительной экономической оценке различных вариантов модификаций. В указанной работе годовой налет часов рекомендуется определять по соотношениям, связанным с параметром дальности перевозимого груза:

– для среднемагистрального самолета

$$B_э = 455 \ln(L_p) - 1884;$$

– для ближнемагистрального самолета

$$B_э = 656 \ln(L_p) - 280 \quad (5)$$

– для региональных самолетов

$$B_э = 481 \ln(L_p) - 1687.$$

Расчетная дальность (L_p) в этих зависимостях рассматривается как средневзвешенная дальность перевозок за год.

Выражения (1), (2), (3) позволяют определить стоимость жизненного цикла модификаций самолетов транспортной категории при вариантном изменении модифицируемых параметров, таких, как взлетная масса, рейсовая производительность, заявленный ресурс и др., закладываемых в самолет ещё на этапе принятия концептуальных решений по его

облику и техническим параметрам (рис. 1), т. е. выражения (1) – (4) являются основой при стоимостной оценке модификаций самолетов транспортной категории на этапе их разработки.

Протестируем применимость этого метода для модификаций административного самолета.

Специфика административных самолетов заключается в том, что для них детерминированными являются и число пассажиров ($n_{пас} \approx 10...22$), и дальность полета – до 4 тыс. км (табл. 1).

Таблица 1 – Значения основных параметров базового административного самолета и его модификаций

| Параметры модификации | Число пассажиров, чел. | Взлетная масса, кг | Масса коммерческой нагрузки, кг | Дальность полета, км |
|-----------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|
| Базовый самолет | 10 | 6360 | 1200 | 2000 |
| Первая модификация | 10 | 6898 | 1200 | 3000 |
| Вторая модификация | 10 | 7470 | 1200 | 4000 |
| Третья модификация | 20 | 5760 | 2400 | 1330 |
| Четвертая модификация | 20 | 6260 | 2400 | 1620 |
| Пятая модификация | 22 | 7200 | 2640 | 2000 |

В пяти рассматриваемых модификациях этого самолета изменялись такие управляющие параметры, как взлетная масса и рейсовая производительность. Изменение взлетной массы связано с увеличением перевозимого числа пассажиров, изменение рейсовой производительности – с увеличением дальности от 2000 до 4000 км.

Как уже отмечалось, в настоящее время стоимостная оценка такого семейства самолетов осуществляется по частным показателям их эффективности [2, 4, 7, 8]: себестоимости перевозки одной тонны груза на один километр – a ; эксплуатационным расходам, приходящимся на один час полета, – $A^ч$.

Анализ значений, приведенных на рис. 2, показывает, что часовые расходы первой и второй модификаций примерно равны и несколько ниже, чем у базового самолета, тогда как третья, четвертая и пятая модификации по этому параметру намного выше, чем базовый вариант.

Сопоставление стоимостных характеристик, приведенных на рис. 2, не дает однозначного ответа об экономической целесообразности того или иного варианта модификации.

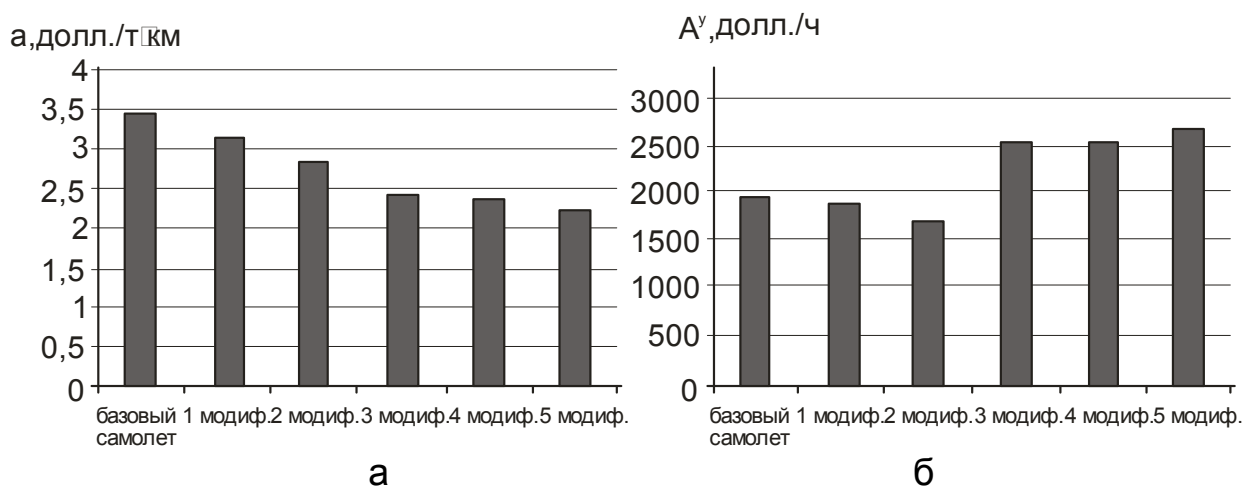


Рисунок 2 – Частные показатели стоимостной эффективности модификаций административного самолета:
 а – себестоимость перевозки одной тонны груза на один километр;
 б – затраты, приходящиеся на один час полета

Более определенный ответ можно получить, если рассматривать эти модификации по величине стоимости их жизненного цикла как интегральной экономической характеристике (рис. 3).

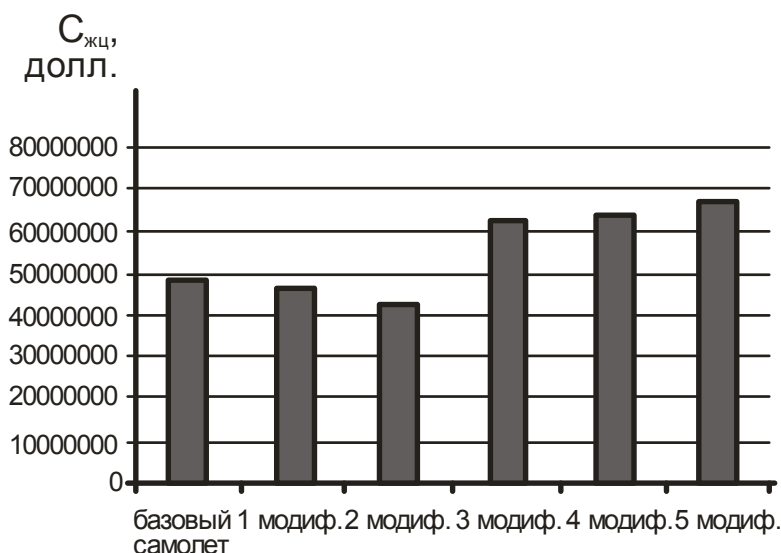


Рисунок 3 – Стоимость жизненного цикла модификаций административного самолета ($C_{жц}$) при календарном ресурсе 25000 летных часов

Из данных, приведенных на рис. 3, следует, что стоимость жизненного цикла является суммарным параметром полных затрат, осуществляемых при проектировании, производстве и в период эксплуатации самолета.

Численно затраты за весь жизненный цикл в несколько раз превосходят стоимость самолета, а принимаемые в предэскизном проектировании технические параметры существенно изменяют этот экономический показатель.

Определение стоимости жизненного цикла позволяет количественно оценить не только абсолютную, но и относительную величину этого параметра для каждой из рассматриваемых модификаций в зависимости, например, от числа совершаемых рейсов (рис. 4).

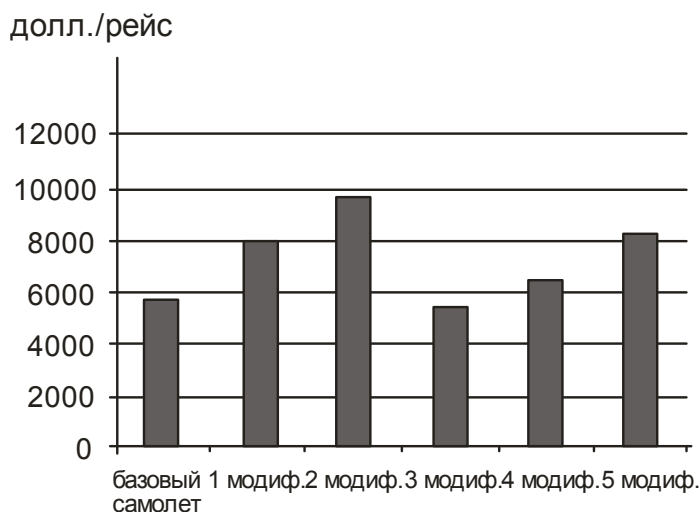


Рисунок 4 – Относительная величина стоимости жизненного цикла, приходящаяся на один рейс модификаций административного самолета

Сопоставляя все приведенные на рис. 2, 3 и 4 стоимостные характеристики модификаций административного самолета, необходимо отметить следующее:

1. Все они и определяют конкурентоспособность рассмотренных модификаций как на рынке самолетов, так и на рынке авиаперевозок.

2. Данные, приведенные на рис. 2, т.е. величины затрат, приходящиеся на перевозку одной тонны груза на один километр, и часовые затраты – показатели, давно используемые в оценке эффективности самолетов – тем не менее не дают окончательного ответа об эффективности модификации;

3. На рис. 3 и 4 приведены стоимостные характеристики, полученные на основе разработанного метода, из которых следует:

– абсолютные затраты за жизненный цикл минимальны у второй модификации (см. рис. 2, б), тогда как себестоимость перевозки одной тонны груза на один километр минимальна у пятой модификации (см. рис. 2, а);

– затраты на один рейс (см. рис. 4) весьма важны для административного самолета, поскольку они определяют тарифы на авиаперевозки. По этому показателю преимущество принадлежит третьей модификации.

Таким образом, предложенный метод существенно расширил информацию, на основе которой может приниматься решение о конкурентоспособности различных модификаций административного самолета.

Выводы

1. В работе на новой научной основе разработан метод оценки суммарных затрат за жизненный цикл модификаций самолетов транспортной категории с учетом отличительных параметров модификации:

– рейсовой производительности в виде характеристики «груз – дальность»;

– заявленного ресурса модификации, а также известных и оправдавших себя частных критериев:

– стоимости самолето-часа авиаперевозок;

– себестоимости перевозки 1 тонны груза на 1 километр;

– полных затрат на один рейс самолета транспортной категории.

2. Поскольку в определение полных затрат за жизненный цикл вошли наиболее важные параметры, определяющие конкурентоспособность модификации, такие, как рейсовая производительность, заявленный ресурс и частные стоимостные показатели, то суммарные затраты за жизненный цикл следует признать интегральным стоимостным показателем, отражающим все издержки, связанные с реализацией всех фаз жизненного цикла.

3. Предложенный метод ориентирован на этап разработки модификаций, когда имеется реальная возможность повлиять на полные затраты за жизненный цикл и тем самым обеспечить наиболее высокую стоимостную эффективность вновь создаваемой модификации.

Список использованных источников

1. Андриенко, Ю.Г. Временная междуведомственная методика оценки сравнительной эффективности перспективных самолетов гражданской авиации [Текст] / Ю. Г. Андриенко, А. В. Мирошников. – М.: Воздушный транспорт, 1984. – 203 с.

2. Бабенко, Ю.В. Экономические причины разработки самолетных модификаций [Текст] / Ю. В. Бабенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. Сб. науч. тр. – НАКУ. Вып. 14 «ХАИ». – Вып. 19. – Х.: 2004. – С. 142–145.

3. Техничко-экономическое обоснование конструкций самолетов и двигателей [Текст]: учеб. пособие / А. И. Бабушкин, В. А. Пильщиков, В. А. Резчик, и др. – Х.: Издательство ХАИ, 2000. – 51 с.

4. Бадягин, А. А. Проектирование пассажирских самолетов с учетом экономики эксплуатации [Текст] / А. А. Бадягин, Е. А. Овруцкий. – М.: Машиностроение, 1964. – 295 с.

5. Володин, С. В. Управление фазами жизненного цикла проектов в наукоемкой области [Текст] / С. В. Володин. – М.: Вестник ВГУ. Сер. Экономика и управление. – 2013. – № 2. – С. 40–46.

6. Дружинін, Є. А. Оцінка вартості проектів складних технічних систем на початкових етапах розробки [Текст] / Є. А. Дружинін, О. С. Яшина // Вісник Нац. техн. ун-ту „ХПІ”. – 2002. – № 3. – С. 87–91.

7. Кобилянський, О. І. Деякі економічні характеристики літаків [Текст] / О. І. Кобилянський, В. М. Желдоченко. Нац. аерокосм. у-т «ХАІ», 2001. – 22 с.

8. Самойлов, В. И. Разработка системы оценки конкурентоспособности пассажирских самолетов на стадии создания: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 /Самойлов В. И.; МАИ. – М., 2006. – 24 с.

Поступила в редакцию 02.06.2015.

*Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Божко
Национальный аэрокосмический университет
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков*