

Новый информационный ресурс для процессов представления модификаций самолетов в виде интегральных показателей их экономической эффективности

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ"

Предложено представлять модификации самолетов транспортной категории в виде интегральных показателей их экономической эффективности: стоимости жизненного цикла и критерия удельных затрат за жизненный цикл. Для реализации функционирования такой информационной системы предложен новый информационный ресурс в виде объектов: принципа ранжирования модифицируемых параметров, темпоральной модели изменения модифицируемых параметров за жизненный цикл, метода оценки стоимости жизненного цикла, критерия удельных затрат за жизненный цикл и других информационных объектов. Показано их использование при представлении модификаций отечественных самолетов в виде предложенных интегральных показателей экономической эффективности, что может служить основой обеспечения их конкурентоспособности.

Ключевые слова: модификации самолетов, экономическая эффективность, новый информационный ресурс, интегральные критерии эффективности.

Введение

В настоящее время Украина располагает рядом самолетов, разработанных в Государственном предприятии «Антонов», которые проходят проверку на предмет их конкурентоспособности на авиационных рынках мира. Для расширения спроса на эти самолеты ГП «Антонов» осуществляет разработку их модификаций, предлагая создание эксклюзивных вариантов под конкретного заказчика, поскольку выбираемые на этапе проектирования решения на 80...85 % определяют экономические характеристики модификации для всего периода ее эксплуатации. Эффективность решения рассматриваемой задачи напрямую связана с преодолением проблемы размерности (оценивание каждой модификации предполагает учет большого числа взаимосвязанных разнородных экономических, технических и социальных показателей, источники получения которых топологически распределены в информационном пространстве), а также проблемы разнообразия, которая проявляется, в данном случае, в необходимости рассмотрения большого числа уже существующих и разрабатываемых модификаций.

На сегодня же обобщенного решения по обеспечению процессов повышения эффективности интегрированного использования разнородных, топологически распределенных информационных ресурсов при формировании решений сложных прикладных задач, нет. В связи с этим имеет место научно-техническая проблема, которая связана с обеспечением интегрированного взаимодействия сложных информационных объектов в процессе решения специалистами прикладной задачи форм и методов оценивания экономической эффективности модификаций самолетов транспортной категории на этапе их разработки.

Актуальность темы исследований

Процесс создания модификаций широко распространен в мировом самолетостроении.

Так, фирма Боинг только на базе хорошо зарекомендовавшего себя самолета В-737 разработала и успешно эксплуатирует более десяти его модификаций: В-737-100, В-737-200А, В-737-200Ф, В-737-200С, В-737-300, В-737-400, В-737-400Н, В-737-500, В-737-600, В-737-700, В-737-800, В-737-900. Таким же путем идет и западноевропейский концерн «Airbus».

Существенный вклад в теорию и практику создания модификаций внесли и отечественные самолетостроители. Под началом О. К. Антонова, П. В. Балабуева и Д. С. Кивы созданы и успешно эксплуатируются во всем мире модификации самолетов Ан-24, Ан-74 и Ан-148 (рис. 1).

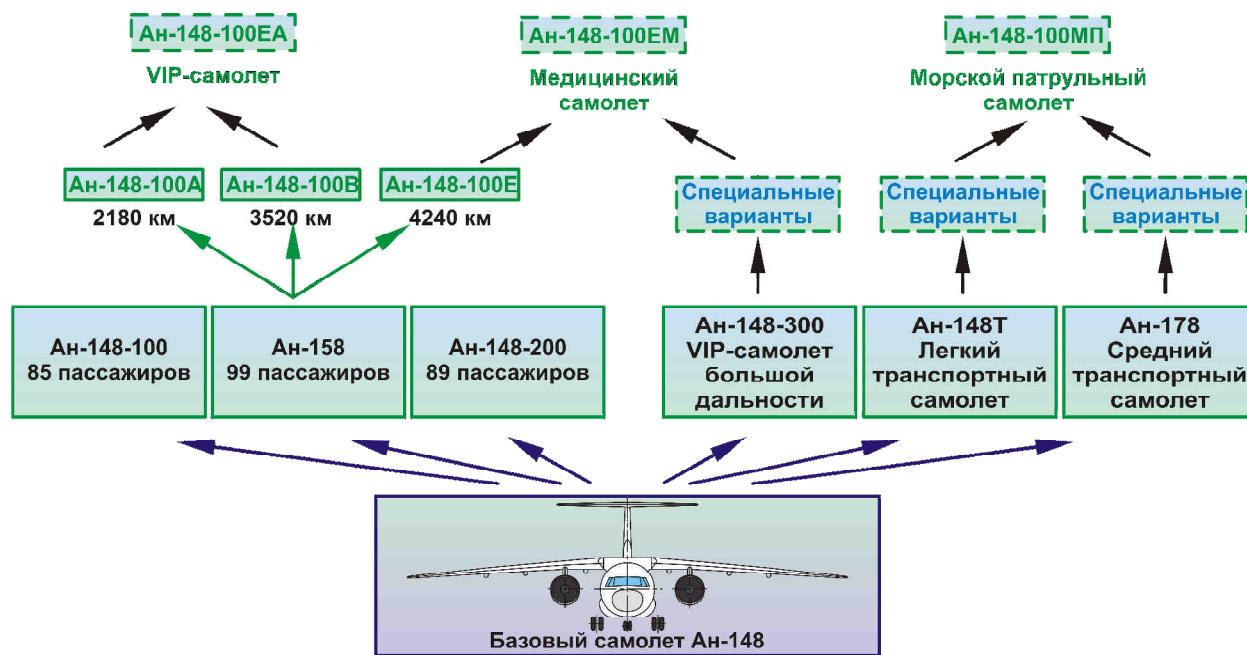


Рис. 1. Информационное представление топологии развития модификаций отечественного регионального самолета Ан-148

Основная цель создания модификаций – повышение производительности и экономической эффективности, что делает модификации более конкурентоспособными на рынке самолетов и востребованными на рынке авиаперевозок.

Поскольку на различных этапах жизненного цикла самолет принадлежит различным собственникам (разработчик (ОКБ) → производственное предприятие → эксплуатирующие авиакомпании), то и информационная поддержка принятия решений в настоящее время разработана в интересах отдельных участников процесса создания и эксплуатации самолета.

Так, этап разработки базируется на информационной поддержке общей теории транспортной эффективности, разработанной В. М. Шейниным [1]. Для процессов производства Г. Кривовым, А. Братухиным [2] и Д. Слядневым созданы информационные системы с целью минимизации трудозатрат в процессе изготовления модификаций, а для этапа эксплуатации информационной поддержкой являются:

- американская методика оценки эксплуатационных расходов «АТА-67»;
- европейская модель определения ПЭР «АЕА-89»;

– методика оценки деятельности авиакомпании, разработанная Международной ассоциацией воздушного транспорта (IATA).

Кроме того, на ГП «Антонов» Ю. Г. Андриенко разработана модель экономической оценки эффективности самолета в авиатранспортной системе [3].

Таким образом, предыдущие исследователи предложили несколько форм информационной поддержки, которые позволяют ускорить процесс проектирования модификаций, сократить сроки подготовки и затраты при производстве, обеспечить сопровождение в процессе эксплуатации.

Такая информационная поддержка базируется на ряде частных критериев и показателей экономической эффективности (табл. 1).

Таблица 1

Гамма частных экономических показателей современных и перспективных среднемагистральных самолетов

Параметры самолета	МС-21-100	Б-737-600	Як-42Д	МС-21-300	А-320
Пассажировместимость, мест	132	123	120	168	164
Цена нового самолета, млн. дол.	26,6	50	10,4	35,1	54,4
Часовая ставка амортизации, дол./лет.час	333	980	347	439	907
Трудоемкость ТОиР, чел.час/лет.час	3	2	5	3	2
Часовые затраты на ТОиР, дол./лет.час	300	200	500	300	200
Средний расход топлива, т/лет.час	2,2	2,3	2,9	2,4	2,7
Часовые затраты на топливо, дол./лет.час	1320	1380	1740	1440	1620
Операционные затраты, дол./лет.час	1620	1580	2240	1740	1820
Стоимость летного часа, дол./лет.час	1953	2560	2587	2179	2727
Стоимость пассажиро-километра, дол./п.км	0,017	0,024	0,031	0,015	0,020

Проблематичность использования существующей информационной поддержки при создании модификаций заключается в том, что вышеприведенные критерии и показатели:

- работают по схеме «технический параметр – эффективность» и не учитывают топологии взаимозависимостей;
- дают ответ об эффективности самолета только при совокупности их использования;
- не учитывают влияние заявленного ресурса на экономическую эффективность;
- реализуются только на одном этапе жизненного цикла – при эксплуатации самолета;
- используются для поверочных оценок эффективности уже готового самолета, то есть не пригодны для управления затратами при разработке модификаций, а это означает, что не всегда дают достоверный ответ с учетом конкретных особенностей модификации и, в особенности, суммарных затрат за весь жизненный цикл.

Постановка задачи исследований

В работах [5, 6] предложено оценивание модификаций самолетов транспортной категории вести по интегральным показателям их экономической эффективности: стоимости жизненного цикла $C_{ж.ц}$ и критерию удельных затрат за жизненный цикл $\bar{C}_{ж.ц}$.

В данной статье рассматриваются аспекты реализации такого подхода на этапе проектирования модификации в виде разработки методологии решения такой проблемы и использования нового информационного ресурса, представляющего научную основу решения задач подобного типа.

**Использование нового информационного ресурса
в задачах представления модификаций в виде интегральных показателей
их экономической эффективности**

На рис. 2 представлена схема методологии отражения модификаций самолетов транспортной категории в виде интегральных показателей их экономической эффективности.

В приведенной методологии определяющее значение приобретает новый информационный ресурс (НИР), обеспечивающий функционирование предложенной методологии (табл. 2).

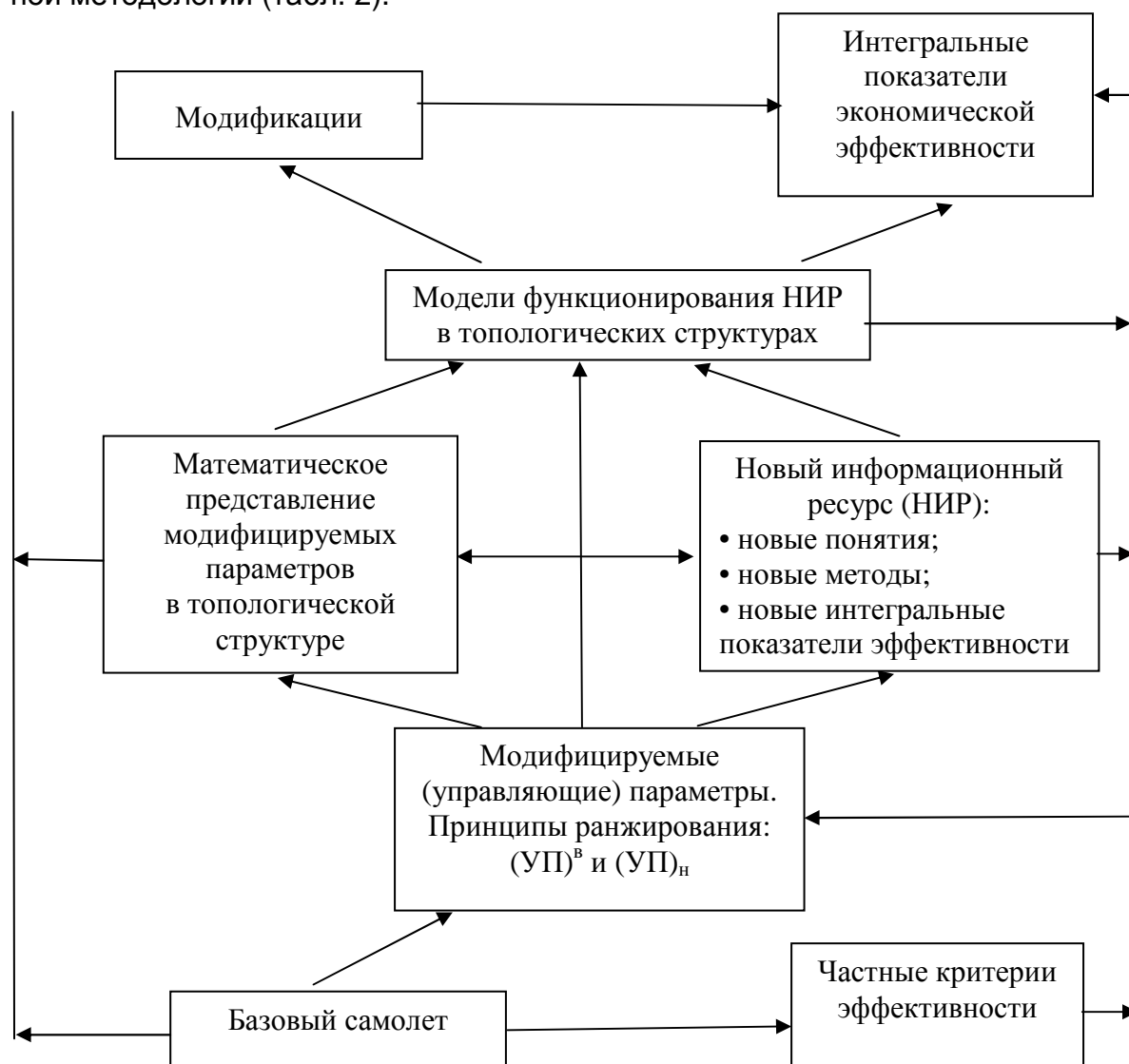


Рис. 2. Методология отражения модификаций самолетов транспортной категории в интегральных показателях их экономической эффективности

Таблица 2

Новый информационный ресурс (НИР),
введенный в топологическую систему оценки эффективности
модификаций самолетов транспортной категории

Объекты нового ресурса	Информационный индекс
Понятие модифицируемых (управляющих) параметров и их ранжирование на: – верхний уровень – нижний уровень	$(УП)^B$ $(УП)_H$
Темпоральная модель изменения управляющих параметров с учетом интервала времени создания модификации	$(УП) = f(\Delta t)$
Метод оценки стоимости жизненного цикла	$C_{ж.ц} (УП)^B$
Метод оценки экономической целесообразности изменения управляющих параметров нижнего уровня	$(\Delta a, \Delta T_o) = f(УП)_H$
Критерий удельных затрат за жизненный цикл модификации	$\bar{C}_{ж.ц}$
Понятие информационного представления коммерческих рейсов модификаций в виде затрат и тарифов	$C^ч$ (тариф)

Введение такого ресурса связано с необходимостью достижения заявленной цели, т. е. повышения эффективности процессов оценивания модификаций на основе интегрального показателя, выражаемого соотношением:

$$\text{Интегральный показатель} = \frac{\text{Затраты за жизненный цикл } (C_{ж.ц})}{\text{Вся выполненная полезная работа на этапе эксплуатации } (m_{к.н} \cdot L)} \quad (1)$$

При разработке модификаций изменяются и числитель, и знаменатель этого соотношения, поэтому объекты нового ресурса оказывают решающее влияние на процедуру оценки эффективности. Причем, решения, принимаемые на этапе проектирования, самым существенным образом изменяют затраты как на сам процесс создания, так и на серийное производство и эксплуатационные расходы.

Как уже отмечалось, основной смысл создания модификаций – повышение их рейсовой производительности ($m_{к.н} \cdot L$). С учетом этого технико-экономического параметра стоимость жизненного цикла можно представить в виде зависимости:

$$C_{ж.ц} = A_p(m_{к.н}, L)N_p, \quad (2)$$

где A_p – себестоимость рейса, N_p – общее число коммерческих рейсов за весь период эксплуатации.

Другой формой идентификации стоимости жизненного цикла модификаций является ее запись через заявленный ресурс $T_ч$:

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

где $A^ч$ – приведенные расходы, приходящиеся на один час полета;

Если же задан календарный ресурс, то выражение (3) преобразуется к виду:

$$C_{ж.ц} = A^ч(m_{к.н}, L)V_r T_r, \quad (4)$$

где V_r – годовой налет в часах, T_r – календарный срок службы в годах.

С учетом (2) – (4) выражение (1) преобразуется к виду:

$$\bar{C}_{ж.ц} = \frac{C_{ж.ц}}{m_{к.н} \cdot L \cdot N_{рейс}} \quad (5)$$

или

$$\bar{C}_{ж.ц} = \frac{A^ч(A_{ас}, A_{ад}, A_{тос}, A_{тод}, A_{топ}, A_з, B_{ап}) \cdot T_ч}{m_{к.н} \cdot L \cdot N_{рейс}}, \quad (6)$$

где $A_{ас}, A_{ад}$ - расходы на амортизацию самолета и двигателя, $A_{тос}, A_{тод}$ - расходы на техническое обслуживание самолета и двигателя, $A_{топ}$ - расходы на топливо, $A_з$ - расходы на заработную плату, $B_{ап}$ - аэропортовые расходы на час полета, $T_ч$ – ресурс в часах, $N_{рейс}$ – число коммерческих рейсов.

С учетом использования объектов нового информационного ресурса методология отражения модификаций самолетов транспортной категории (рис. 2) можно представить в виде принципов, методов и моделей (рис. 3).

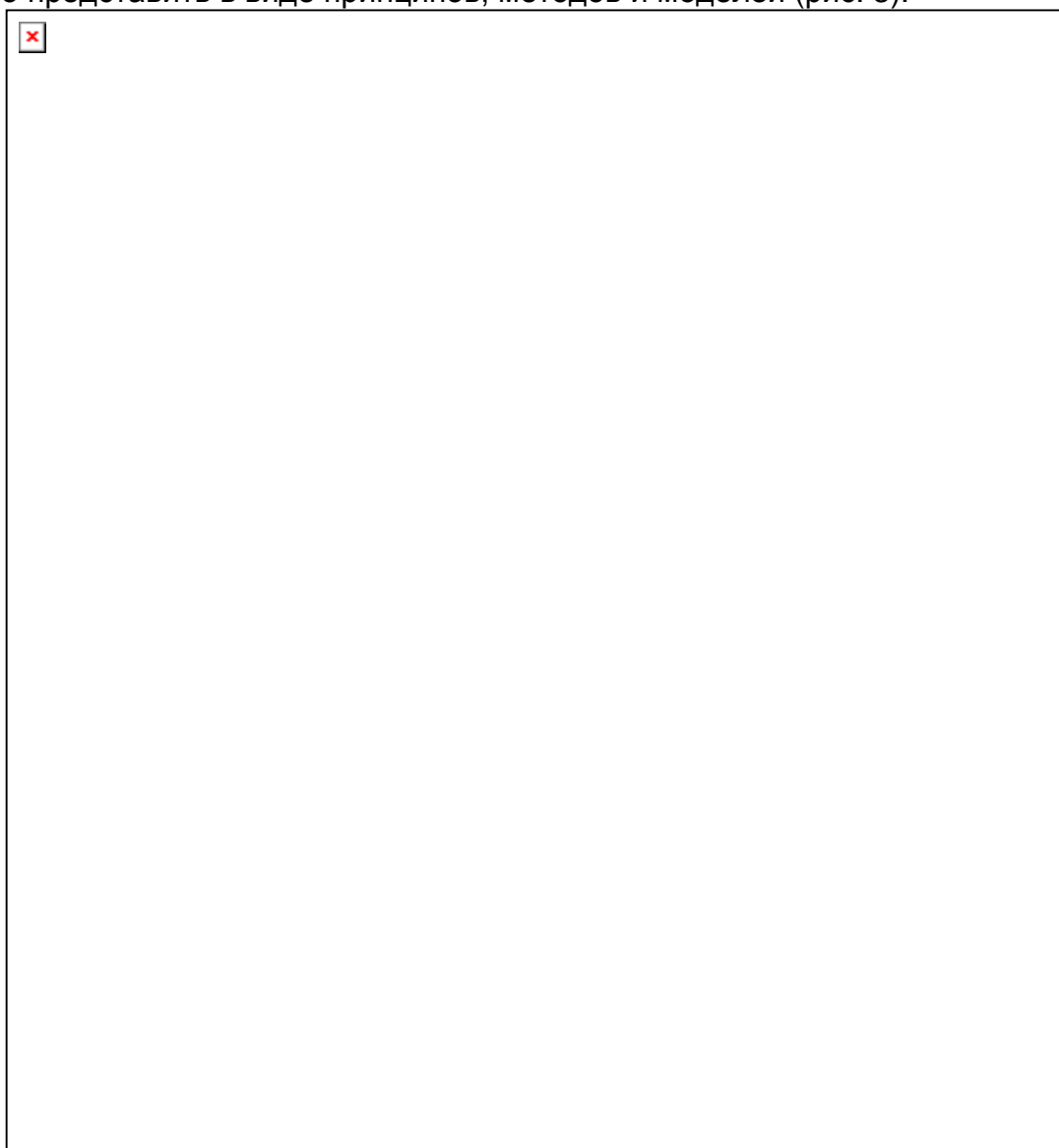


Рис. 3. Совокупность методов, моделей и критерия в информационном представлении модификаций по интегральным параметрам их экономической эффективности

На основе использования объектов нового информационного ресурса (см. рис. 2 и рис. 3), а также с учетом данных, приведенных в работе [6], произведено представление модификаций отечественных самолетов транспортной категории:

- семейства модификаций регионального пассажирского самолета Ан-140 с пассажироместимостью 52...60 мест;
- обобщенной модификации самолета Ан-132У на базе региональных транспортных самолетов Ан-26, Ан-30 и Ан-32Б;
- семейства модификаций регионального пассажирского самолета Ан-148;
- семейства модификаций самолета Ан-124 со взлетными массами 355, 385 и 392 тонны.

Для примера на рис. 4 приведено информационное отражение модификаций Ан-148-100А, Ан-148-100В и Ан-148-100Е в интегральных показателях их экономической эффективности.

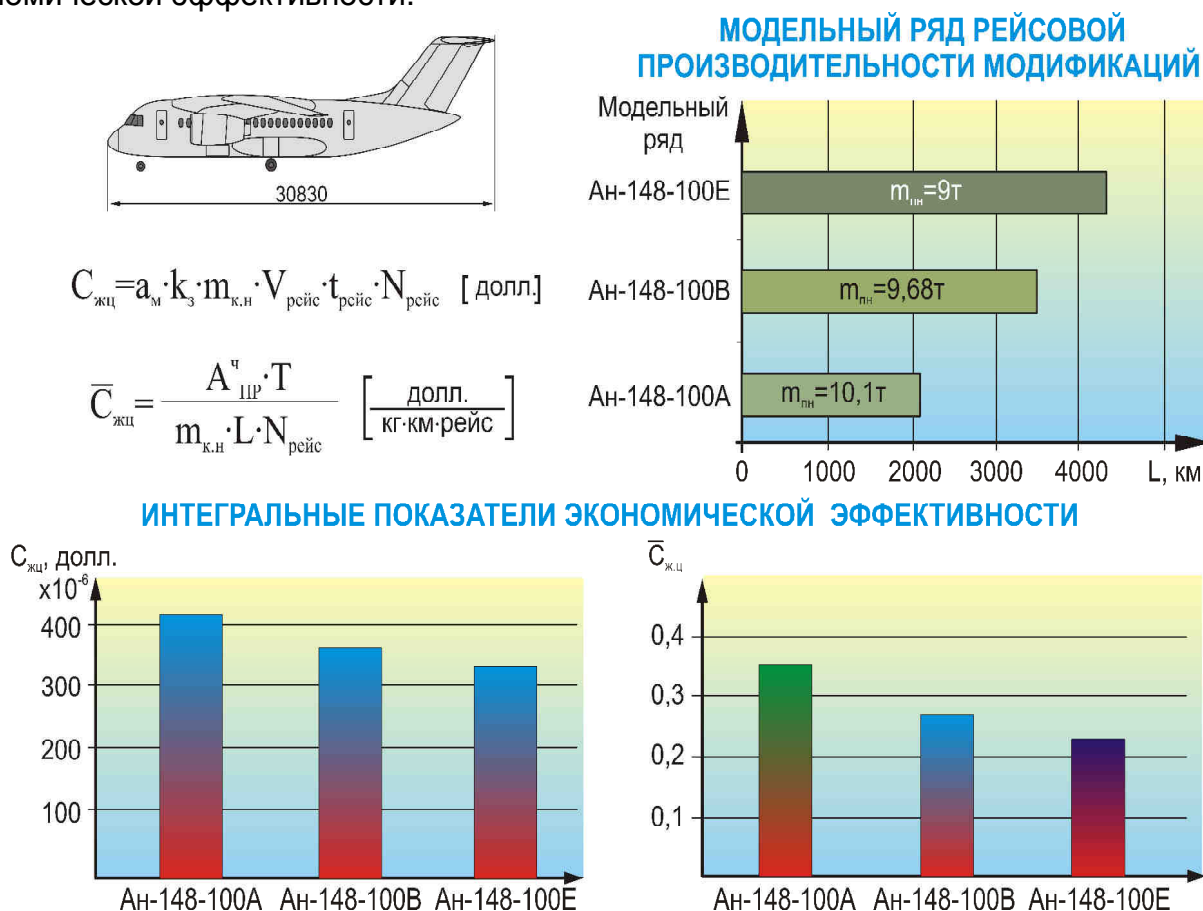


Рис. 4. Отражение модификаций самолета Ан-148 в интегральных показателях их эффективности

Как следует из данных, приведенных на рис. 4, величина $\bar{C}_{жц}$ изменяется в диапазоне 0,21...0,37. Естественно наиболее эффективной следует признать модификацию с минимальным значением $\bar{C}_{жц}$, т. е. Ан-148-100Е.

Выводы

1. В работе предложено и частично реализовано использование объектов нового информационного ресурса в процессах представления модификаций са-

молетов транспортной категории в виде интегральных показателей их экономической эффективности: стоимости жизненного цикла ($C_{ж.ц}$) и критерия удельных затрат за жизненный цикл ($\bar{C}_{ж.ц}$).

2. Основу нового информационного ресурса составляют новые понятия, методы, модели и критерий, позволяющие реализовать процедуру взаимодействия информационных объектов в процессе формирования решений по оценке экономической эффективности конкретных модификаций, т. е. Ан-140Х, Ан-148-100Х, Ан-132У и Ан-124-150-355.

На конкретных примерах установлено, что использование объектов нового информационного ресурса позволило:

– сократить число рассматриваемых альтернативных вариантов при принятии решения почти в два раза;

– снизить уровень субъективности формируемых решений.

3. Использование объектов нового информационного ресурса модификаций позволяет управлять их экономической эффективностью уже на этапе их разработки, что обеспечивает конкурентоспособность модификаций и привлечение инвестиций в их создание.

Список литературы

1. Шейнин, В. М. Роль модификаций в развитии авиационной техники [Текст] / В. М. Шейнин, В. М. Макаров // М.: Наука. – 1983. – 226 с.

2. Братухин, А. Г. Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия в авиационной промышленности [Текст] / А. Г. Братухин, Ю. В. Давыдов, Ю. С. Елисеев // – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 344 с.

3. Андриенко, Ю. Г. Методы расчета технико-экономических характеристик транспортных самолетов гражданского назначения в составе авиатранспортной системы [Текст] / Ю. Г. Андриенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: 2014. – С. 184 – 192.

4. Овруцкий, Е. А. Проектирование пассажирских самолетов с учетом экономики эксплуатации [Текст] / А. А. Бадягин, Е. А. Овруцкий // – М.: Машиностроение – 1964. – 265 с.

5. Бабенко, Ю. В. Метод оценки стоимости жизненного цикла модификаций самолетов транспортной категории [Текст] / Ю. В. Бабенко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. – Х.: 2015. – Вып. 2(82). – С. 46 – 51.

6. Бабенко, Ю. В. Критерий удельных затрат за жизненный цикл самолетов транспортной категории [Текст] / Ю. В. Бабенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: 2015. – Вып. 67. – С. 157 – 164.

Поступила в редакцию 06.06.2016

Новий інформаційний ресурс для процесів представлення модифікацій літаків у вигляді інтегральних показників їх економічної ефективності

Запропоновано представити модифікації літаків транспортної категорії у вигляді інтегральних показників їх економічної ефективності: вартості життєвого циклу та критерію витрат впродовж життєвого циклу. Для реалізації функціонування інформаційної системи запропоновано використовувати новий інформаційний ресурс у вигляді об'єктів: принципу ранжування модифікованих параметрів, темпоральної моделі змінення модифікованих параметрів впродовж життєвого циклу, метода оцінки вартості життєвого циклу, критерію питомих витрат впродовж життєвого циклу та інших інформаційних об'єктів. Представлено їх використання під час надсилання модифікацій вітчизняних літаків у вигляді запропонованих інтегральних показників економічної ефективності, що може служити підставою забезпечення їх конкурентоспроможності.

Ключеві слова: модифікації літаків, економічна ефективність, новий інформаційний ресурс, інтегральні критерії ефективності.

New Information Resource for Submission Processes Modifications of Aircraft in the Form of Integral Indicators of their Economic Effectiveness

Invited to submit modifications to aircraft transport category in the form of integral indicators of their economic efficiency and life cycle cost criterion unit costs over the life cycle. For the realization of the information system of a new information resource in the form of objects: the principle of ranking modifiable parameters, temporal models change modifiable parameters over the life cycle, life cycle cost estimation method, the unit cost criterion for the life-cycle and other information objects. Shows their use when submitting modifications aircrafts in the form proposed by the integral indicators of economic efficiency that can serve as the basis for their competitiveness.

Keywords: aircraft modifications, economic efficiency, a new information resource, integral performance criteria.

Сведения об авторах:

Бабенко Юлия Викторовн – канд. техн. наук, доцент по финансам, доцент каф. 604 «Финансы и кредит» Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина.

Матвийчук Анастасия Владимировна – аспирант, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина.