

УДК 629.735.01.003.1

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ И ПРОЕКТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНОГО СУДНА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

А.А. ФРИДЛЯНД¹, М.М. ГЯЗОВА², А.Г. КАРАПЕТЯН¹

¹*Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации,
г. Москва, Российская Федерация*

²*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация. Создание самолета, удовлетворяющего требованиям высокой экономической эффективности, возможно при условии его проектирования на основе требований и параметров, сформированных в рамках концепции стоимости жизненного цикла (ЖЦ). Обоснование лимитной цены на основе моделирования стоимости ЖЦ по проектируемому типу самолета, имеет решающее значение для успешного проектирования, особенно на стадиях внешнего или эскизного проектирования. Статья содержит анализ структуры затрат на обеспечение полного жизненного цикла авиационной системы (проекта), с учетом международного опыта. Дано описание методики разработки кодированной структуры классификации затрат для оптимизации основных требований технического задания и проектно-эксплуатационных характеристик воздушного судна на основе концепции стоимости жизненного цикла. По итогам анализа обосновано, что лимитная цена, как один из важнейших параметров технического задания, определяет предельно допустимый уровень цены самолета, оптимизированный по критерию эффективности, оценивающему «стоимость жизненного цикла/заданный объем перевозок», а также учитывающий взаимосвязь комплексов задач при создании авиационной техники, оптимизируемых по критерию «эффективность – стоимость жизненного цикла», при котором конечному потребителю обеспечивается определенный синергетический эффект, выраженный в улучшении потребительских свойств воздушного судна и относительном удешевлении его эксплуатации.

Ключевые слова: авиационная техника, лимитная цена, предельно допустимая цена, заданная стоимость, проектирование самолета, стоимость жизненного цикла, критерии эффективности, структура разбивки затрат.

OPTIMIZATION OF THE BASIC REQUIREMENTS OF THE TECHNICAL ASSIGNMENT AND DESIGN-OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF THE AIRCRAFT BASED ON THE CONCEPT OF THE VALUE OF THE LIFE CYCLE

A.A. FRIDLYAND¹, M.M. GYAZOVA², A.G. KARAPETYAN¹

¹*The State Scientific Research Institute of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation*

²*Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation*

Abstract. The creation of an aircraft that meets the requirements of high efficiency is possible under the condition of its design taking into account the specified parameters of the life cycle cost (LC). Determination of the limit price based on the cost of housing and communal services for this type of aircraft is crucial in the design, especially at the stage of preliminary design.

The article contains an analysis of the cost structure for the full life cycle of the system (project), taking into account international experience. The description of the method of development of the coded structure of cost breakdown for optimization of the basic requirements of the specification and design and operational characteristics of the aircraft on the basis of the concept of life cycle cost is given. According to the results of the analysis, it is proved that the limit price, as one of the most important parameters of the technical task, determines the maximum permissible level of the aircraft price, optimized by the criterion of efficiency "life cycle cost/specified volume of transportation", as well as the relationship of a set of tasks in the creation of aviation equipment, optimized by the criterion of "efficiency – life cycle cost", in which the end user provides a certain synergetic effect, expressed in improving the consumer properties of the aircraft and the relative reduction in its operation.

Keywords: aviation technology, limit price, maximum permissible price, target cost, aircraft design, life cycle cost, efficiency criteria, cost breakdown structure.

Введение

Жизненный цикл (ЖЦ) авиационной техники может включать в себя следующие основные этапы: 1 - фундаментальные и поисковые исследования; 2 - маркетинг и внешнее проектирование; 3 - рабочее проектирование; 4 - изготовление опытных образцов, испытания и доводку; 5 - технологическую подготовку производства (ТПП); 6 - серийное производство; 7 - эксплуатацию и послепродажное обслуживание; 8 - утилизацию.

Рассмотрим содержание и взаимосвязь комплексов основных задач при создании авиационной техники (АТ), оптимизируемой по критерию «эффективность – стоимость жизненного цикла» (рис.1).

Важной задачей при разработке новой АТ является оптимизация основных требований и проектно-эксплуатационных характеристик на основе концепции стоимости жизненного цикла для обоснования основных параметров технического задания (ТЗ) на разработку и производство самолета.

На рис. 1 представлены основные параметры ТЗ на проектирование пассажирского самолета. Однако следует отметить, что в настоящее время установление лимитной цены не является основным параметром при формировании ТЗ на проектирование самолета, хотя в период СССР действовало Постановление Совета Министров СССР от 10.08.1972 г. № 630¹, которое регламентировало определение на стадии проектирования лимитной цены, являющейся обязательным компонентом технического задания на конструирование (проектирование) новой продукции.

Так, в ОАО РЖД в настоящее время действует методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта, утвержденной распоряжением ОАО РЖД от 27.12.2007 г. № 2459р [2]. Из данной методики следует, что лимитная цена определяет предельный уровень стоимости новой техники, при котором конечному потребителю обеспечивается определенный синергетический эффект по сравнению с его аналогами.

Таким образом, при рассмотрении лимитной цены, как одного из важнейших параметров ТЗ при создании самолета, можно сказать, что она определяет предельно допустимый уровень его стоимости, который оптимизируется по критерию эффективности «стоимость жизненного цикла/заданный объем перевозок», при котором конечному потребителю обеспечивается определенный синергетический эффект, выраженный в

¹ Постановление Совета Министров СССР от 10.08.1972 г. № 630 «О дальнейшем совершенствовании порядка установления и применения цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, а также тарифов на перевозки и другие услуги, оказываемые народному хозяйству и населению»

улучшении потребительских свойств воздушного судна и относительном удешевлении его эксплуатации.

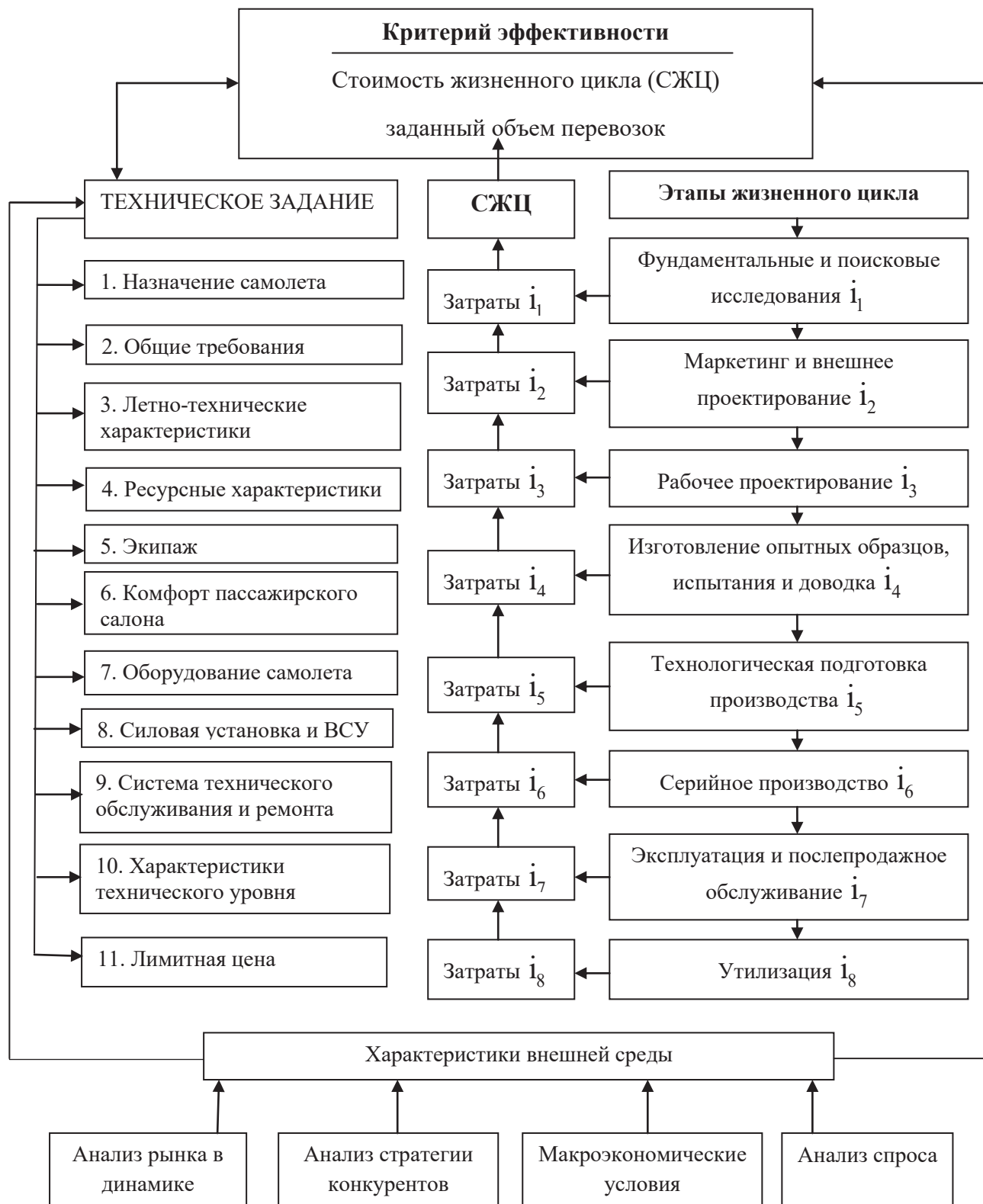


Рис. 1. Комплекс задач при создании авиационной техники, оптимизируемых по критерию «эффективность – стоимость жизненного цикла»

На этапе ЖЦ «маркетинг и внешнее проектирование» проводится текущий и прогнозный анализ динамики рынка применения авиатехники, исследуются стратегии и технические возможности конкурентов. Одновременно исследуются прогнозные макроэкономические условия производства и эксплуатации АТ, влияющие на формирование спроса и эффективность применения АТ (такие как темпы макроэкономического роста, курсы валют, инфляция и ставка дисконта, стоимость авиаГСМ, уровень заработной платы и доходы населения). На основании анализа внешних факторов определяется прогнозный спрос на авиаперевозки по интересующим сегментам маршрутной сети:

$$\{Q_{jl}\} \text{ при } j=1\dots; l=1\dots;$$

где j - виды перевозок (пассажиры, грузы, почта);

l - маршруты перевозок в сегментах МВЛ, ВВЛ.

Стоимость жизненного цикла АТ формируется как сумма затрат по этапам и годам ЖЦ:

$$C_{жц} = \sum_{t=1}^{T_0} \sum_{i=1}^{I_0} Z_i^t \cdot k_t^d \rightarrow \min,$$

при объеме использования АТ (перевозок) равным ожидаемым потребностям $Q = \{Q_{jl}\}$, то есть на всей маршрутной сети по всем видам перевозок, при условии минимизации всех затрат, где

i - этап ЖЦ;

t - календарный год в рамках ЖЦ;

T_0 - общая продолжительность ЖЦ;

I_0 - количество этапов ЖЦ;

Z_i^t - затраты на i -м этапе ЖЦ в определенный год (t);

k_t^d - коэффициенты дисконтирования, дифференцированные по календарным годам ЖЦ.

Суммарные затраты ЖЦ определяются при условии, что в каждом году выполняется определенный (диктуемый спросом) объем перевозок, работ, услуг, который должен быть определен уже на стадии ТЗ, т.е. оптимизация параметров ТЗ и/или проектирования решается как задача с ограничениями: формируются объемы перевозок, работ, услуг по годам, а суммарные (по годам и технологической структуре) затраты ЖЦ АТ, с учетом всех стадий ее создания и использования, используются как минимизируемый критерий оптимизации (с учетом соответствующего дисконтирования) [10].

Методология

Для определения суммарных затрат ЖЦ необходимо наличие структуры разбивки затрат, которая предназначена для фиксирования всех основных затрат в течение всего срока ЖЦ АТ. Ниже приводится описание методики разработки кодированной структуры разбивки затрат. Она является концептуальной и отдельные случаи применения настоящей методики должны адаптировать систему кодирования структур для соответствия уникальным характеристикам исследуемой системы. Каждая составляющая затрат в соответствии со структурой разбивки затрат может быть определена с помощью документа, содержащего следующую информацию: этап ЖЦ, мероприятие, ресурсы, дата проведения мероприятия, исполнитель, отвечающий за проведение мероприятия, распорядитель бюджета, продукт, тип затрат (прямые, косвенные, фиксированные, переменные и т.д.). Набор таких данных составляет многоплановую базу данных по затратам, к которой можно обратиться с запросами, определяемыми кодами. Каждая составляющая в закодированной структуре разбивки затрат состоит из пяти основных полей, которые перечислены в табл. 1:

Таблица 1

Первое поле	Этап ЖЦ
Второе поле	Используемые ресурсы
Третье поле	Проводимые мероприятия
Четвертое поле	Конечный продукт (самолет)
Пятое поле	Информация о продукте (самолете)

Таким образом, каждая составляющая фиксирует (на конкретном этапе ЖЦ) затраты на использование набора ресурсов при проведении конкретного мероприятия в целях изготовления заданного объема выпускаемой продукции.

Процесс кодирования начинается с создания кодовых подструктур для каждого поля. Каждое поле разделяется предварительно на взаимоисключающие (с точки зрения затрат) элементы, которые называются составляющими первого уровня. При необходимости дополнительного деления этих элементов используются десятичные точки для установления границы деления более низких уровней, и цифра ненулевых числительных, отделяемая десятичными точками, обозначает уровень данного элемента. В представленном примере код 6 обозначает элемент первого уровня; код 1.1 обозначает элемент второго уровня; код 1.1.1.0 обозначает элемент (составляющую затрат) третьего уровня; и т.д. После завершения данного процесса закодированный элемент в структуре разбивки затрат является лишь последовательным соединением закодированных подструктур, разработанных для каждого поля. Например, предположим, что были разработаны приведенные ниже коды подструктур для пунктов в каждом из пяти полей по программе поставки самолета (табл. 2):

Таблица 2

Первое поле	Этап изготовления	6
Второе поле	Работы подрядчиков	1.1
Третье поле	Изготовление, доработка, модификация	5.2
Четвертое поле	Самолет (Основная система)	1
Пятое поле	Аэродинамическая система торможения	1.1.1.8

В этом случае затраты на оплату труда подрядчиков, связанные с доработкой аэродинамической системы торможения на этапе изготовления, отражаются в закодированной составляющей затрат 6.1.1.5.2.1.1.1.1.8.

При создании структуры с одним или несколькими смещенными вправо уровнями ниже первого уровня, применяются следующие правила:

1. Ноль в конце кода указывает на то, что данная составляющая имеет не менее двух расположенных ниже подэлементов. То есть, код 1.0 указывает на то, что данная составляющая может быть дополнительно разбита минимум на два подэлемента, которые могут обозначаться как 1.1, 1.2, ..., 1.n.

2. Сумма подэлементов уровня (k+1) равного смещения вправо (т.е. первые числительные k являются идентичными для каждого подэлемента) равна элементу более

высокого уровня k , который заканчивается нулем. То есть сумма подэлементов второго уровня $1.1, 1.2, \dots, 1.n$ должна равняться 1.0.

3. Элемент, заканчивающийся на ненулевое числительное, указывает на то, что дополнительное подразделение не определено.

Процесс кодирования начинается с создания кодовых подструктур для каждого поля. Первое поле определяет последовательность этапов ЖЦ по времени и закодированная подструктура этапов может выглядеть следующим образом (табл. 3):

Таблица 3

1	Этап оценки потребностей для выполнения задачи
2	Этап предварительного исследования технической осуществимости проекта
3	Этап оценки технической осуществимости проекта
4	Этап разработки проекта
5	Этап конструирования и разработки
6	Этап изготовления
7	Этап эксплуатации

Более сложные системы также должны адаптировать кодовую подструктуру этапа для включения завершенных этапов в одну графу с пометкой «Невозвратные затраты». Например, программа, которая близка к началу изготовления продукта, может использовать следующую кодовую подструктуру для первого поля, как представлено в табл. 4:

Таблица 4

1	Невозвратные затраты
2	Этап конструирования и разработки
3	Этап изготовления
4	Этап эксплуатации

Кодовая подструктура поля ресурсов подразделяется на две основные категории: ресурсы, предоставляемые подрядчиком (внешние ресурсы), и ресурсы, предоставляемые государственными организациями (внутренние ресурсы). Варианты выбора подэлементов будут всегда адаптироваться к принципам закупки и размещения в соответствии с ЖЦ и будут определяться такими факторами, как участие структур государственного бюджета, техническая поддержка со стороны подрядчика на этапе эксплуатации, а также достоверность баз данных по затратам и моделей оценки.

Рассмотрим пример программы поставки самолета, в которой подрядная организация осуществляет проектирование, разработку и изготовление самолета и в которой государственный персонал на государственных предприятиях осуществляет эксплуатацию и техобслуживание данного самолета.

В соответствии с данным сценарием кодовая подструктура поля ресурсов может выглядеть следующим образом (табл. 5):

Таблица 5

1.0	Ресурсы, предоставляемые подрядчиком
1.1	Трудовые ресурсы
1.2	Материалы
1.3	Сооружения
1.4	Услуги
2.0	Ресурсы, предоставляемые государством
2.1.0	Персонал
2.1.1	Военные специалисты
2.1.2	Гражданские специалисты
2.2.0	Оборудование и расходные материалы
2.2.1	Оборудование или активы
2.2.2	Горюче-смазочные материалы/Энергоресурсы
2.2.3	Военное снаряжение
2.2.4	Неремонтируемые компоненты
2.3	Сооружения
2.4	Услуги
2.5	Информация

В данном примере элемент 1.0 – это сумма подэлементов 1.1-1.4, ни один из которых не подлежит дополнительной разбивке. Элемент 2.0 – это сумма пяти элементов второго уровня 2.1.0, 2.2.0, 2.3, 2.4 и 2.5. Элементы 2.1.0 и 2.2.0, заканчивающиеся нулем, указывают на дополнительную разбивку каждого элемента, и каждый элемент равен сумме расположенных под ним подэлементов третьего уровня. Поле мероприятий имеет две возможные подструктуры в зависимости от этапа. Для этапа поставки (начиная с оценки необходимости выполнения технического задания и заканчивая изготовлением) подструктура поля мероприятий может выглядеть следующим образом (табл. 6):

Таблица 6

1	Исследования, анализ и имитационное моделирование
2.0	Конструирование
2.1	Конструирование систем
2.2	Проектирование и разработка
2.3	Внесение изменений в конструкцию
3.0	Инвестирование
3.1	Инвестиции в технологическую оснастку
3.2	Инвестиции в сооружения
3.3	Инвестиции в наборы образцовых мер
4	Испытание и оценка системы
5.0	Изготовление
5.1	Сборка, испытания и проверка
5.2	Доработка, модификация
5.3	Монтаж
6	Закупка готового для использования изделия

7	Комплексирование систем
8.0	Размещение
8.1	Поставка
8.2	Обучение
8.3	Монтаж
8.4	Приемочные испытания
9	Управление всей системой

Для этапа эксплуатации подструктура поля мероприятий использует определения мероприятий по эксплуатации и техобслуживанию и может выглядеть следующим образом (табл. 7):

Таблица 7

1	Эксплуатация
2	Обеспечение выполнения задачи
3.0	Техобслуживание
3.1	Техобслуживание Уровня 1
3.2	Техобслуживание Уровня 2
3.3	Техобслуживание Уровня 3
4	Пополнение запасов
5	Продолжение основной военной подготовки
6	Поставка
7.0	Поддерживающее МТО
7.1	Комплект для модификации
7.2	Поставка/монтаж
7.3	Постоянное инженерно-техническое обеспечение
7.4	Техническая поддержка программного обеспечения Прочие мероприятия
8	Утилизация

Четвертое поле содержит общее описание результата работы (продукт) и может выглядеть следующим образом (таблица 8):

Таблица 8

1	Основная система
2.0	Вспомогательная система
2.1	Вспомогательное оборудование
2.2	Эксплуатационное оборудование
2.3	Обучение
2.4	Данные
2.5	Запасные части
2.6	Сооружения и инфраструктура
3	Специальные средства

Дополнительная информация о готовом изделии приводится в пятом поле посредством использования стандартных структур разбивки работ. Например, программа поставки самолета определяет 15 элементов первого уровня, начиная с корпуса самолета и заканчивая вспомогательным оборудованием. Каждый из этих элементов подразделяется дополнительно, хотя в табл. 9 показаны только подэлементы корпуса нижнего уровня. Элемент корпуса подразделяется на два подэлемента второго уровня: каркас и оборудование. Каждый из этих элементов второго уровня подвергается дополнительной разбивке, и в таблице показаны подэлементы нижнего уровня только для каркаса самолета. Элемент каркаса разбивается на семь подэлементов третьего уровня. Следует заметить, что не все из этих подэлементов подвергаются дополнительной разбивке. В частности, обтекатели/пилоны и двери не имеют нижнего уровня детализации. В табл. 9 показано, что элемент фюзеляжа разбивается на 13 подэлементов четвертого уровня.

Таблица 9

1.0	Корпус самолета
1.1.0	Каркас
1.1.1.0	Фюзеляж
1.1.1.1	Передняя часть фюзеляжа/каркас
1.1.1.2	Центральная часть фюзеляжа/каркас
1.1.1.3	Хвостовая часть фюзеляжа/каркас
1.1.1.4	Пол
1.1.1.5	Фонарь (крыша)
1.1.1.6	Обтекатель
1.1.1.7	Хвостовое оперение
1.1.1.8	Система аэродинамического торможения
1.1.1.9	Воздухозаборные/воздухоприемные отверстия
1.1.1.10	Выхлопные трубы
1.1.1.11	Узлы крепления винтомоторной группы/двигателя
1.1.1.12	Встроенные противопожарные перегородки
1.1.1.13	Другие узлы крепления, агрегаты подвески
1.1.2.0	Крылья
1.1.3.0	Хвостовое оперение
1.1.4.0	Шасси
1.1.5	Обтекатели/пилоны
1.1.6	Двери
1.1.7.0	Динамические системы и компоненты
1.2.0	Оборудование
2.0	Силовая установка
3.0	Прикладное программное обеспечение (ПО)
4.0	ПО системы
5.0	Система связи/идентификации
6.0	Система навигации/управления
7.0	Центральная ЭВМ
8.0	Система управления стрельбой

9.0	Система отображения данных и органы управления
10.0	Система сохранения боеспособности
11.0	Система пилотирования в автоматическом режиме
12.0	Комплексная центральная контрольно-измерительная система
13.0	Боевое снаряжение
14.0	Система доставки боеприпасов к цели
15.0	Вспомогательное оборудование

Процесс создания закодированной структуры разбивки затрат может быть завершен после определения закодированных подструктур поля. Последний этап, как правило, заключается в определении того, какие комбинации ресурсов-мероприятий-продуктов отражаются на каждом этапе ЖЦ, и в присваивании соответствующих кодов.

Выводы

Одним из результатов исследования является обоснование необходимости создания универсальной структуры разбивки затрат, которая может быть использована любым проектом или системой для оптимизации основных требований технического задания и проектно-эксплуатационных характеристик воздушного судна на основе концепции стоимости жизненного цикла. Другим результатом является демонстрация того, что оптимальная структура разбивки затрат – это не только перечень составляющих затрат, но и средство определения всех мероприятий (и, следовательно, исполнителей), продуктов и ресурсов, участвующих в управлении на всех этапах жизненного цикла. Универсальная структура разбивки затрат является средством интегрирования и систематизирования всех аспектов жизненного цикла авиационной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров СССР от 10.08.1972 года № 630 «О дальнейшем совершенствовании порядка установления и применения цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, а также тарифов на перевозки и другие услуги, оказываемые народному хозяйству и населению».
2. Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта. Утвержд. распоряжением ОАО РЖД от 27.12.2007 г. № 2459р.
3. Горелов Б.А., Гязова М.М. Ключевые показатели эффективности и формирование ориентированного на конечный результат механизма стимулирования в рамках контрактов жизненного цикла // Станки. Инструменты. 2017. № 10. С. 21-24.
4. Гязова М.М. Формирование структуры затрат и оценка стоимости жизненного цикла наукоемких систем // Российский экономический интернет-журнал. 2018. № 2. С. 27-32.
5. Дутов А.В., Шапкин В.С., Гальперин С.Б., Клочков В.В., Фридлянд А.А. О мерах по повышению конкурентоспособности авиационной техники российского производства // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2017. № 16. С. 7-14.
6. Клочков В.В., Гусманов Т.М. Проблемы прогнозирования спроса на перспективные гражданские самолеты российского производства // Проблемы прогнозирования. 2007. № 2. С. 16-31.
7. Клочков В.В., Гусманов Т.М. Маркетинговые информационные технологии в авиастроении // Маркетинг в России и за рубежом. 2007. № 6. С. 10–18.
8. Клочков В.В., Горшкова И.В., Молчанова Е.В. Авиатранспорт в малонаселенных регионах: оценка затрат и эффективности инновационных технологий // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 3 (330). С. 58-68

9. Погосян М.А., Лисейцев Н.К., Стрелец Д.Ю. и др. Проектирование самолетов: учебник. М.: Инновационное машиностроение, 2018. 864 с.

10. Фридлянд А.А., Горелов Б.А., Гязова М.М. Оценка стоимости жизненного цикла на стадиях внешнего и рабочего проектирования авиационной техники // Российский экономический интернет-журнал. 2018. № 3. С. 42-45.

REFERENCES

1. Resolution of the Council of Ministers of the USSR of 10.08.1972 No. 630 "On further improvement of the procedure for establishing and applying prices for industrial and agricultural products, as well as tariffs for transportation and other services rendered to the national economy and population". (In Russian).

2. Methodology for determining the cost of the life cycle and the limit price of rolling stock and complex technical systems of railway transport. Approved by the Russian Railways decree dated 27.12.2007 No. 2459p. (In Russian).

3. Gorelov B.A., Gyazova M.M. Key performance indicators and the formation of an incentive-based incentive mechanism within life-cycle contracts. *Stanki. Instrumenty=Machine. Tools*, 2017, no. 10, pp. 21-24. (In Russian).

4. Gyazova M.M. Formation of the cost structure and cost estimation of the life cycle of science-intensive systems. *Rossijskij ehkonomicheskij internet-zhurnal =The Russian Economic Internet Journal*, 2018, no. 2, pp. 27-32. (In Russian).

5. Dutov A.V., Shapkin V.S., Galperin S.B., Klochkov V.V., Fridlyand A.A. Measures to increase competitiveness of Russian-made aviation technology. *Nauchnyj Vestnik GosNII GA = Scientific Bulletin of the State Scientific Research Institute of Civil Aviation*. 2017, no. 16, pp. 7-14. (In Russian).

6. Klochkov V.V., Gusmanov T.M. Problems of Forecasting Demand for Promising Civil Aircraft of Russian Production. *Problemy prognozirovaniya= Problems of Forecasting*, 2007, no. 2, pp. 16-31. (In Russian).

7. Klochkov V.V., Gusmanov T.M. Marketing information technologies in aircraft building. *Marketing v Rossii i za rubezhom = Marketing in Russia and abroad*, 2007, no 6, pp. 10-18. (In Russian).

8. Klochkov V.V., Gorshkova I.V., Molchanova E.V. Air transport in sparsely populated regions: cost and innovative technology efficiency evaluation. *Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika = Regional economy: theory and practice*, 2014, no. 3 (330), pp. 58-68. (In Russian).

9. Pogosyan M.A., Liseitsev N.K., Strelets D.Yu. et al. *Proektirovanie samoletov [Designing of aircraft. Textbook]*. Moscow, Innovatsionnoe mashinostroenie=Innovative mechanical engineering, 2018. 864p. (In Russian).

10. Fridlyand A.A., Gorelov B.A., Gyazova M.M. Estimating the cost of the life cycle at the stages of external and working design of aviation equipment. *Rossijskij ehkonomicheskij internet-zhurnal =The Russian Economic Internet Journal*, 2018, no. 3, pp. 42-45. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Фридлянд Александр Абрамович, доктор экономических наук, профессор, директор Научного центра, ФГУП Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации, Министерство транспорта Российской Федерации, ул. Михалковская, 67, корпус 1, Москва, Российская Федерация, 125438; e-mail: info@aeroprogress.ru.

Гязова Марина Мухарбиевна, доцент кафедры 505 «Инновационная экономика, финансы и управление проектами», Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Волоколамское шоссе, 4, Москва, Российская Федерация, 125080; e-mail: mgyazova@gmail.com.

Карапетян Арман Гегамович, заместитель начальника отдела Научного центра, ФГУП Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации, Министерство транспорта Российской Федерации, ул. Михалковская, 67, корпус 1, Москва, Российская Федерация, 125438; e-mail: karapetyan@mlgvs.ru.

ABOUT THE AUTHORS

Fridlyand Alexandr A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Director of Scientific Center, The State Scientific Research Institute of Civil Aviation, Ministry of Transport of the Russian Federation, Mikhalkovskaya Street 67, building 1, 125438 Moscow, Russian Federation; e-mail: info@aeroprogress.ru.

Gyazova Marina M., Associate Professor of the Department 505 "Innovative Economy, Finance and Project Management", Moscow Aviation Institute (National Research University), Volokolamskoye Highway, building 4, 125080 Moscow, Russian Federation; e-mail: mgyazova@gmail.com.

Karapetyan Arman G., Depute Head of Department, The State Scientific Research Institute of Civil Aviation, Ministry of Transport of the Russian Federation, Mikhalkovskaya Street, 67, building 1, 125438 Moscow, Russian Federation; e-mail: karapetyan@mlgvs.ru.