

Гавриков В.Е.
АО «Организация «Агат»
Емелин А.А.
кандидат экономических наук,
АО «Организация «Агат»
Онопrienко В.Д.
кандидат технических наук,
АО «Организация «Агат»,
г. Москва

**РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ СОЗДАНИЯ
РОССИЙСКИХ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ РАЗЛИЧНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**
**DEVELOPMENT OF A PREDICTIVE MODEL
FOR DETERMINING THE COST OF CREATING RUSSIAN SPACESHIP FOR VARIOUS PURPOSES**

Аннотация: Данная статья посвящена построению модели прогнозирования стоимости создания отдельных служебных систем и целевой аппаратуры автоматических космических аппаратов (КА) различного назначения, на основе аналогового метода. В качестве критерия данного метода используется определение стоимости изготовления образцов систем на основе данных по изделиям-аналогам с учетом прогрессивного изменения технических характеристик, а также значений технического уровня, учитывающих фактор последовательности развития потребительского качества анализируемых образцов.

Ключевые слова стоимость ОКР, стоимость создания, образец, технические характеристики системы, технический уровень, окончание разработки.

Abstract: This article is devoted to the construction of a model for predicting the cost of creating separate service systems and target equipment for spaceship for various purposes, based on the analog method. As a criterion of this method, the cost of manufacturing samples of systems is determined based on data on analogous products, taking into account progressive changes in technical characteristics, as well as technical level values that take into account the factor of consistency in the development of consumer quality of the analyzed samples.

Keywords: the cost of development work, the cost of creating, sample, system specifications, technical level, end of the development.

Существует множество различных миссий использования КА.

Одни – служат ретрансляторами сигналов радио – и телевизионного вещания, для навигации самолетов и судов. Другие – помогают в поисках полезных ископаемых, ведут гидрометеорологическое наблюдение и экологический мониторинг, контролируют чрезвычайные ситуации, приносят практическую пользу в прогнозировании прогноза погоды. Некоторые обеспечивают ведущие позиции российской науки и развития человечества в будущем, позволяя углубить знания о процессах в космическом пространстве, планетах Солнечной системы, внесолнечных планетах, звездных скоплениях и галактик во вселенной.

В последние годы наметилась устойчивая тенденция разработки космических аппаратов на базе унифицированных систем различного назначения. Эта тенденция уже нашла реализацию в США, Евросоюзе и у нас в стране. Космические платформы (КП) позволяют размещать отдельные типы систем для решения множества задач из состава модуля полезной нагрузки (МПН), в том числе:

- аппаратурную часть системы;
- систему сбора, и передача данных;
- систему терморегулирования;
- конструкцию и механизмы МПН.

Это требует создание новых функциональных модулей служебных систем (МСС) для работы МПН и КА в целом, в том числе:

- электроэнергетических систем;
- систем двигательных установок;
- телекоммуникационных систем;
- систем обеспечения теплового режима;
- систем телеметрии, сбора и обработки информации;
- систем контроля ориентации и стабилизации;
- конструкций и механизмов МСС.

Существующая практика показала, что укрупненные расчетные модели, используемые для определения затрат на создание перспективных КА в ряде случаев могут иметь высокую погрешность. В настоящей работе предлагается модель для прогнозирования стоимости создания отдельных служебных систем, целевой аппаратуры и КА различного назначения в целом. Расчетная модель построена на основе данных по изделиям-аналогам с учетом прогрессивного изменения технических характеристик, а также значений

технического уровня, учитывающих фактор последовательности развития потребительского качества анализируемых образцов, что позволяет существенно повысить точность технико-экономических расчетов.

В общем случае модель определения прогнозной стоимости проведения опытно-конструкторских работ по созданию новых КА различного назначения, будет иметь вид:

$$C_{ОКР}^{КА} = C_{ПКР}^{КА} + C_{НЭО}^{КА} + \sum_{i=h}^H k_{Hi} \cdot C_{изг_i}^H \cdot N_{пр_i} + C_{ЛИ}^{КА}, \text{ при} \quad (1)$$

$$C_{изг_i}^H = C_{изг_i}^{ан} \cdot k_{соп_i} = C_{изг_i}^{ан} \cdot k_{у_i} \ln \frac{(z_{t_{пр_i}}^H - z_{t_{о_i}}^H)}{\Delta T_i} \left(\left(\frac{z_{t_{пр_i}}^H}{z_{t_{о_i}}^H} - 1 \right)^P \sqrt{\prod_{j=n}^P \frac{x_{ji}^H}{x_{ji}^{ан}} + 1} \right)$$

где $C_{ПКР}^{КА}; C_{НЭО}^{КА}; C_{ЛИ}^{КА}$ – собственные затраты Головного разработчика-изготовителя космической платформы, включая проведение всех видов проектно-конструкторских работ, подготовку производства, изготовление опытных образцов (включая сборочные работы), проведение наземно-экспериментальной отработки и летных испытаний (ЛИ);

k_{Hi} – коэффициент новизны опытно-конструкторских работ, основанный на взаимосвязи затрат и конструктивных характеристик i -ой системы нового КА, а также учитывающий снижение затрат за счет преемственности разрабатываемых составных частей изделия, входящих в состав МПН и МСС;

$C_{изг_i}^H$ – прогнозная стоимость изготовления образца i -ой системы нового КА;

$N_{пр_i}$ – количество приведенных опытных образцов i -ой системы нового КА, необходимых для разработки ТП, ЭП, РКД, изготовления материальной части (узлов, агрегатов, составных частей КА), стендового оборудования (оснастки), проведения испытаний на этапах НЭО и ЛИ;

H – количество систем МПН и МСС, принятое в расчетах;

$C_{изг_i}^{ан}$ – стоимость изготовления аналогичного образца i -ой системы из состава КА;

$k_{соп_i}$ – коэффициент сопоставимости технических характеристик и значений технического уровня, учитывающие фактор последовательности развития потребительского качества новых образцов i -ой системы к их аналогам.

$k_{у_i}$ – коэффициент унификации, характеризующий снижения себестоимости составных частей изделий в результате освоения производства, за счет заимствования стандартных, унифицированных и ранее разработанных деталей, сборочных единиц и агрегатов для новой разрабатываемой системы по отношению к принятым ранее в i -ых системах КА-аналога;

ΔT_i – интервал времени от момента появления i -ой системы-аналога до планируемого срока окончания разработки образца системы нового КА;

$z_{t_{пр_i}}^H$ – комплексный показатель технического уровня, сравниваемых образцов новой i -ой системы, для которого производится расчет по отношению к образцу системы-аналога;

$z_{t_{о_i}}^{ан}$ – комплексный показатель технического уровня, определяющий тенденцию развития последовательных поколений образцов отношением i -ой системы-аналога к предшествующим ее разработкам в изделиях аналогах данного типа;

x_{ji}^H – новые (планируемые) технические параметры (тактико-технические характеристики) j -го показателя разрабатываемого образца i -ой системы;

$x_{ji}^{ан}$ – базовые технические параметры j -го показателя образца i -ой системы КА-аналога, выбранного в качестве сравнения (сопоставления);

P – количество учитываемых тактико-технических характеристик.

Таким образом, предложенная модель позволяет:

- применить в расчет фактические значения технического уровня по ряду изделий-аналогов для учета потребительского качества нового изделия в последующем развитии;
- повысить обоснованность затрат отдельных служебных, аппаратурных систем и КА различного назначения в целом на ранних этапах их создания;
- выбрать предпочтительно оптимальный с учетом экономического критерия вариант создания КА.

Предложенная прогнозная модель может использоваться на ранних этапах конструирования перспективных КА различного назначения.

Литература

1. Перспективы развития совмещенных наукоемких технологий. Исследование вопросов совершенствования технико-экономического обоснования космических программ и проектов/ К.С. Касаев, В.П. Борзенко, А.Е. Горшков, В.А. Давыдов, А.А. Емелин, Ю.Н. Макаров, В.М. Новиков и др.; под ред. К.С. Касаева, В.М. Новикова. - М.: Изд-во ЗАО «НИИ «ЭНЦИТЕХ», 2009. – 336 с.