

УДК 629.78.338  
eLIBRARY.RU: 06.71.03

**Гавриков В.Е.**  
главный специалист  
отдела АКА ДЗЗ и ФКИ  
АО "Организация "Агат", г. Москва

**Емелин А.А.**  
кандидат экономических наук,  
заместитель генерального  
директора по ТЭО программ РКТ  
АО "Организация "Агат", г. Москва

**Сержантов Т.М.**  
начальник департамента ТЭО ФЦП,  
АО "Организация "Агат", г. Москва

**ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ  
СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ  
УНИФИЦИРОВАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЛЛОВОГО МЕТОДА  
BUILDING A MODEL FOR DETERMINING THE COST OF  
CREATING SPACE VEHICLES BASED ON UNIFIED SPACE  
PLATFORMS USING THE SCORE METHOD**

**Аннотация:** Данный материал посвящен построению модели определения стоимости создания новых (или модернизируемых) космических аппаратов (КА) на базе унифицированных космических платформ. В докладе рассматривается модель определения стоимости изготовления модернизируемой унифицированной космической платформы (УКП), основанная на методе балловой оценки, исходя из средних затрат по фактическим данным предшествующих разработок изделий-аналогов УКП с учетом изменения уровня тактико-технических характеристик (ТТХ), используемых в расчетах стоимости КА.

**Ключевые слова:** метод балловой оценки, стоимость опытно-конструкторских работ, стоимость изготовления, тактико-технические характеристики, унифицированная космическая платформа.

**Abstract:** This material is devoted to the construction of a model for determining the cost of creating new (or modernized) spacecraft based on unified space platforms. The report discusses a model for determining the cost of manufacturing a modernized unified space platform (USP), based on the scoring method, based on the average costs according to the actual data of previous developments of products-analogues of the USP, taking into

account changes in the level of performance technical parameters used in cost calculating spacecraft.

**Keywords:** scoring method, cost of development work, manufacturing cost, performance characteristics, unified space platform.

В целях перехода на масштабное производство космических аппаратов (КА) для увеличения отечественной орбитальной группировки в ближайшей перспективе, в ряде организаций ракетно-космической промышленности (РКП) приняты решения о построении и использовании унифицированных космических платформ (УКП) как основы для создания КА различного целевого назначения.

УКП предусматривает комплекс служебных систем, который способен адаптироваться под решение различных задач в необходимых конфигурациях, позволяя обеспечивать потребности различных полезных нагрузок (ПН) в заданных границах, включая схемы полета, управление движением при решении целевых задач, схемы энергоснабжения и реализацию других технических решений, которые обеспечивают высокий уровень совершенства КА, что является закономерным путем дальнейшего развития широкомасштабного производства космической техники.

При этом, актуальным вопросом является определение стоимости создания перспективных КА в зависимости от необходимой степени модернизации УКП под конкретный проект.

Существует множество различных подходов к экономико-математическому моделированию стоимости создания КА. В настоящем материале рассматривается модель определения стоимости создания КА на базе модернизируемых УКП, основанная на методе балловой оценки технических параметров (ТТХ) объекта создания, исходя из фактических затрат, ранее установленных для изделий УКП-аналогов.

Модель, полученная методом балловой оценки, дает возможность более точно отражать измерения технических характеристик объекта создания, учитывая одновременное влияние различных технических и экономических показателей, снижая погрешность оценок. Стоимостную оценку модернизируемых УКП с помощью данного метода целесообразно проводить на ранних стадиях создания изделий РКТ.

В общем случае модель определения стоимости создания КА на базе УКП будет иметь вид:

$$C_{\text{ОКР}}^{\text{КА}} = K_{\text{ОКР}}^{\text{ПН}} \times C_{\text{изг.}}^{\text{ПН}} + K_{\text{ОКР}}^{\text{УКП}} \times C_{\text{изг.}}^{\text{УКП}} + C_{\text{инт.}}^{\text{КА}} \quad (1)$$

где

$C_{\text{ОКР}}^{\text{КА}}$  – стоимость опытно-конструкторских работ по созданию КА;

$K_{\text{ОКР}}^{\text{ПН}}$  – коэффициент, учитывающий затраты на разработку ПН, включая работы предприятий-кооперации, а также проведение комплексных, межведомственных испытаний и др.;

$K_{\text{ОКР}}^{\text{УКП}}$  – коэффициент, учитывающий затраты на доработку УКП, включая работы предприятий-кооперации;

$C_{\text{изг.}}^{\text{УКП}}$  – стоимость изготовления доработанной УКП, для которой проводится расчет;

$C_{\text{изг.}}^{\text{ПН}}$  – стоимость изготовления полезной нагрузки (ПН);

$C_{\text{инт}}^{\text{КА}}$  – стоимость проведения работ, учитывающая интеграцию ПН и УКП, включая проведение всех видов комплексных и межведомственных испытаний КА;

При этом, стоимость изготовления доработанной УКП будет иметь вид:

$$C_{\text{изг.}}^{\text{УКП}} = \left( \frac{1}{M_{\text{УКПан.}}} \sum_{j=1}^{M_{\text{УКПан.}}} C_{\text{изг.}j}^{\text{УКПан.}} / \sum_{i=1}^I k_i^{\text{B}} \times V_{\text{ТУ}ij}^{\text{ан}} \right) \times \sum_{i=1}^I (k_i^{\text{B}} \times V_{\text{ТУ}i}^{\text{H}}), \quad (2)$$

в случае «прямой» зависимости изменения качества анализируемого показателя  $i$ -го параметра УКП и абсолютного его измерения, балловая оценка будет рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{ТУ}i}^{\text{ан; H}} = \frac{X_i}{X_{\text{max}_i}}, \quad (3)$$

а в случае «обратной» зависимости изменения качества анализируемого показателя  $i$ -го параметра и абсолютного его измерения, балловая оценка будет рассчитываться по следующей формуле:

$$V_{\text{ТУ}i}^{\text{ан; H}} = \frac{X_{\text{min}_i}}{X_i}, \quad (4)$$

где

$C_{\text{изг.}j}^{\text{УКПан.}}$  – фактическая стоимость изготовления  $j$ -го варианта УКП-аналога;

$M_{\text{УКПан.}}$  – количество вариантов УКП-аналогов, принятых в расчете.

$k_i^{\text{B}}$  – весовой коэффициент влияния  $i$ -го технического параметра (ТТХ) на стоимость работ. В общем случае определяются на основании статистических данных по изделиям-аналогам. При установлении коэффициента необходимо соблюдение условия -  $\sum k_i^{\text{B}} = 1$ ;

$V_{\text{ТУ}i}^{\text{ан; H}}$  – балльная оценка значения уровня технического  $i$ -го параметра (где уровень лучшего параметра оценивается единицей, худшего – в долях единицы);

$X_i$  – значение анализируемого показателя качества  $i$ -го параметра (ТТХ), в натуральных единицах измерения;

$X_{max_i}$  – наибольшее значение из сравниваемых параметров  $i$ -го показателя качества, в натуральных единицах измерения;

$X_{min_i}$  – наименьшее значение из сравниваемых параметров  $i$ -го показателя качества, в натуральных единицах измерения.

Предложенная модель характеризуется:

- использованием фактических значений технико-экономических показателей УКП-аналогов для учета потребительского качества новой (модернизируемой) УКП;

- комплексным соизмерением показателей, рассматриваемой (модернизируемой) УКП в совокупности с несколькими УКП-аналогами;

- повышением обоснованности затрат при создании новых (или модернизируемых) КА на базе УКП для различных ПН на ранних этапах их проектирования.

Данная модель является универсальной и может быть использована для оценок стоимостных показателей перспективной РКТ различного назначения, создаваемой на базе унифицированных изделий и систем.

### **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.

2. Высшая математика для экономистов // Клименко Ю.И. – Москва: Издательство «Экзамен», 2006.