

# Управление стоимостью проектов создания ракетно-космической техники с использованием иерархической модели стоимости

## *Space technology projects cost management using a hierarchical cost model*

В статье рассматриваются способы развития методологии и инструментов управления стоимостью проектов по созданию ракетно-космической техники (РКТ). На основе анализа предпосылок для развития, нормативного окружения и опыта реализации отраслевых проектов сформированы основные положения методологии иерархической модели стоимости (ИМС). Предложенные подходы позволяют получать структурированный и систематизированный расчет стоимости, что будет способствовать повышению управляемости проектов и создаст условия для внедрения проектирования под заданную стоимость.

The article provides an overview of developing the methodology and tools for managing the space technology projects cost. Based on the analysis of the development prerequisites, the regulatory environment and the experience of implementing industry-specific projects, the main provisions of the methodology of the hierarchical cost model (HCM) are formed. The proposed approaches allows obtaining a structured and systematized cost calculation, which will help to increase the manageability of projects and create conditions for the design-to-cost implementation.

**Ключевые слова:** космическая техника, управление проектами, управление стоимостью, технико-экономическое обоснование, модель стоимости, иерархическая модель стоимости, проектирование под заданную стоимость

**Keywords:** space technology, project management, cost management, feasibility study, cost model, hierarchical cost model, design to cost



### **SERZHANTOV TARAS MIKHAYLOVICH**

Начальник Управления ТЭО ФЦП,  
АО «Организация «Агат»

E-mail: Serzhantovtm@agat-roscosmos.ru

### **SERZHANTOV TARAS**

Head of Department of Feasibility study of federal target programs, JSC "Organization "Agat"



### **EMELIN ANDREY ALBERTOVICH**

К.э.н., заместитель генерального директора по ТЭО программ РКТ,  
АО «Организация «Агат»

E-mail: Emelinaa@agat-roscosmos.ru

### **EMELIN ANDREY**

Ph.D. in Economics, Deputy of CEO for feasibility study of rocket and space technology, JSC "Organization "Agat"



**МОСКВИТА  
АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ**

АО «КБ «Арсенал»

**MOSKVITA  
ALEKSANDR**

JSC "DB "Arsenal"



**ПРОХОРОВ СЕРГЕЙ ЮРЬЕВИЧ**

Директор департамента перспективных программ и проекта «Сфера», Госкорпорация «Роскосмос»

E-mail: Prokhorov.sy@roscosmos.ru

**PROKHOROV SERGEY**

Director of Advanced programs & "Sphera" project Department, State Space Corporation "Roscosmos"

### Введение

Развитие и широкое прикладное применение космической техники в современном мире возможно при условии создания систем, которые не просто смогут решать поставленные задачи, но и обеспечивать минимальную себестоимость оказываемых услуг. В этой связи перед космической отраслью стоит задача повышения экономической эффективности реализуемых проектов, которая может быть решена внедрением новых подходов к управлению стоимостью проектов на всех этапах жизненного цикла, а также проектированием под заданную стоимость (design to cost) [7].

Как отмечалось в статье «О направлениях повышения точности технико-экономических оценок на начальных этапах реализации космических проектов» [3], одной из актуальных проблем управления стоимостью является отличие подходов к ее оценке на разных этапах реализации проектов и отсутствие возможности сопоставления полученных оценок, а также соотнесения расчетно-калькуляционных материалов с проектными решениями.

Решение этой проблемы возможно при применении единого подхода, предусматривающего одинаковую структуру оценок с отличающейся глубиной проработки в зависимости от этапа реализации проекта.

### Обзор некоторых практик структурирования проектов

В мировой практике для структурирования стоимости проектов используется их разделение по типовой структуре работ (work breakdown structure, WBS). Так, например, в практике NASA в Руководстве по оценкам стоимости [4] и Руководстве по структурированию работ [1; 6] описываются методы оценок и типовые структуры работ для космических проектов различной направ-

ленности. На рис. 1 приведен пример типовой WBS верхнего уровня для проекта по созданию космических аппаратов.

В России существует ряд нормативных документов федерального и ведомственного уровней, которые определяют подходы к структурированию проектов и проведению стоимостных оценок.

Так, Положение РК-11-КТ определяет состав этапов работ, которые должны быть предусмотрены при создании космической техники. Классический подход предусматривает следующие этапы: аванпроект, эскизный проект, разработка рабочей документации, изготовление макетов и опытных изделий и их автономные испытания, изготовление опытных изделий комплекса и проведение комплексных испытаний, лётные испытания и др.

Также указанным Положением предусматривается необходимость оценки технико-экономических показателей вновь создаваемых комплексов и изделий РКТ, а также разработка калькуляции сметной стоимости комплексов (изделий), которая предполагает разделение стоимости по статьям затрат. Состав статей затрат для целей ценообразования в интересах Гособоронзаказа (ГОЗ) определен Приказом Минпромторга № 334 [1], а формы представления – приказом ФАС № 995/22 [2].

Применение зарубежных подходов в российской космической отрасли не представляется возможным и целесообразным, поскольку нормативной документацией федерального уровня предусматриваются иные подходы в части управления проектами и обоснования стоимости планируемых работ.

Таким образом, с учётом нормативных требований и отраслевой практики проекты должны быть структурированы по четырем категориям:

- по составным частям – в качестве основы для

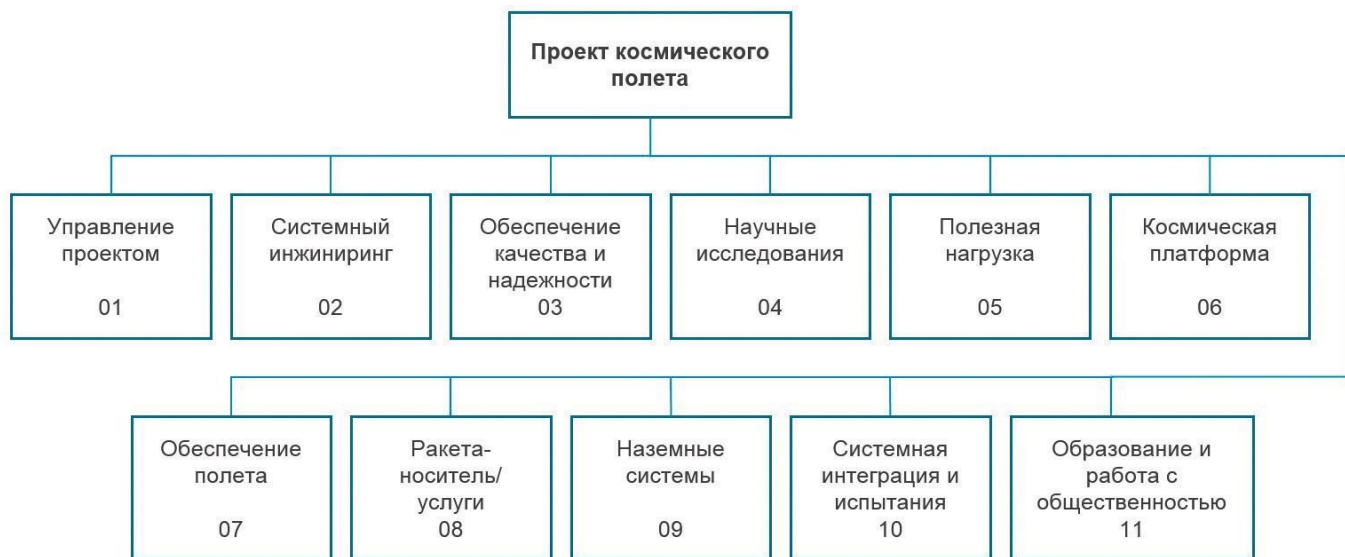


Рис. 1. Пример стандартной WBS NASA для проектов по созданию космического аппарата.  
Источник: открытые документы NASA [4; 5]

декомпозиции работ может применяться схема деления конкретного комплекса (изделия);

- по этапам работ – в качестве основы должны применяться этапы работы в соответствии с Положением РК-11-КТ;
- по статьям затрат – на основе требований Приказов Минпромторга № 334 [1] и ФАС № 995/22 [2];
- по годам реализации проекта.

При наличии полной информации по проекту в указанных выше категориях появляется возможность рассмотрения любого необходимого разреза проекта – по составным частям и этапам, по этапам и статьям затрат, по этапам и годам и др.

Указанные структуры стоимости прямо следуют из требований нормативных документов, однако на практике отдельные положения трактуются достаточно широко, другие – не соблюдаются в полной мере, что приводит к снижению качества управления стоимостью проекта на разных этапах его жизненного цикла.

Для решения этой проблемы предлагается проводить оценку стоимости проектов с применением иерархической модели стоимости (далее – ИМС). Методология ИМС определяет структурированный и иерархический расчет стоимости проекта на основе схемы деления с учётом разделений по этапам, годам и статьям затрат и может применяться на разных этапах реализации проектов с различающимися методами оценки в зависимости от степени проработанности.

**Основные принципы иерархической модели стоимости**  
Методология ИМС текущей, 1-й версии, основана на

следующих семи принципах:

1. Оценка стоимости проводится для каждого элемента схемы деления разрабатываемого изделия, включая составные части (далее – СЧ) собственной разработки (производства) головного исполнителя опытно-конструкторских работ и СЧ сторонней разработки (производства). СЧ собственной разработки, в свою очередь, делятся на «базовые» СЧ и «агрегирующие» СЧ.  
Здесь под «базовыми» понимаются составные части, которые не разделяются на отдельно разрабатываемые агрегаты, приборы и узлы (например, бортовая цифровая вычислительная машина (далее – БЦВМ) состоит из отдельных СЧ – плат, процессоров и др., однако при создании космического аппарата самостоятельный проект по процессору, как правило, не выполняется, а разрабатывается проект для БЦВМ в целом). Как правило, по «базовым» СЧ ведутся отдельные проекты по их совершенствованию (БЦВМ, датчики и др.). Под «агрегирующими» понимаются составные части, обладающие входящими СЧ, по которым выполняется отдельная разработка (например, в состав может входить блок первой ступени ракеты-носителя, включающий в т.ч. ракетные двигатели, разрабатываемые отдельно; с позиции головного разработчика ракеты-носителя блок первой ступени будет являться агрегирующей СЧ).
2. По каждой «базовой» СЧ собственной разработки проводится оценка стоимости работ в разбивке по этапам работ, годам и статьям затрат. Метод

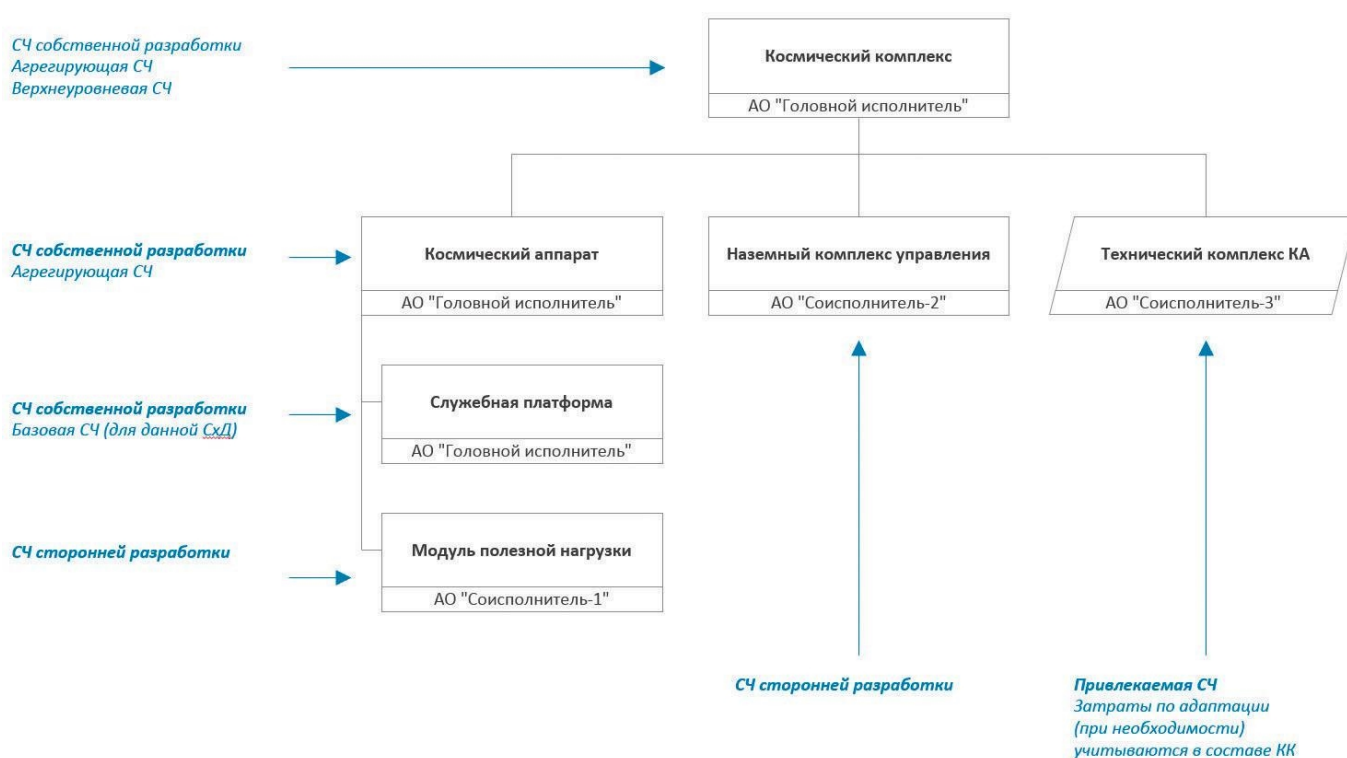


Рис. 2. Общая классификация элементов схемы деления (СХД) при расчете стоимости с применением иерархической модели стоимости.

Источник: составлено авторами на основе собственных данных

- проведения стоимостных оценок для каждой СЧ и этапа выбирается в зависимости от степени проработанности технического облика РКТ.
- Следует отметить, что для разных составных частей и даже для разных этапов работ методы оценок могут различаться (существуют, в частности, методы аналогов, прямой калькуляции затрат, параметрической оценки стоимости на основе экономико-математических моделей и др.). Расчет может проводиться по статьям затрат или от цены в целом. При оценке по статьям затрат могут применяться аналоги, нормативы, описание технологического процесса, коммерческие предложения и другие источники. При оценке от цены в целом для комплексной увязки модели необходимо провести декомпозицию стоимости по статьям затрат на основе структурных аналогов [8].
- Оценку рекомендуется проводить в условиях одного года с последующим распределением по годам реализации проекта и приведением в цены соответствующих лет.
- По каждой СЧ сторонней разработки оценка выполняется разработчиком по аналогичной схеме, а в ИМС включаются результаты оценок стоимости соисполнителя, которые должны быть

структурированы аналогично – этапам создания, коррелирующим с этапами создания головного изделия, по годам (графики создания также должны быть увязаны) и по статьям затрат (при последующей интеграции ИМС статьи затрат не учитываются, см. принцип 7).

- Покупные изделия, отраженные в схеме деления, должны учитываться в стоимости вышестоящего по схеме деления изделия в составе статьи затрат на покупные комплектующие изделия.
- В случае наличия в схеме деления функционально привлекаемых составных частей (согласно ГОСТ Р 2.711-2019), затраты по ним не учитываются. В случае необходимости выполнения работ по адаптации привлекаемых изделий или комплексов для работы с вновь разрабатываемым изделием соответствующие затраты должны учитываться в составе затрат вышестоящей СЧ по схеме деления.
- По каждой «агрегирующей» СЧ должна быть проведена оценка общесистемных работ (работ по интеграции входящих СЧ) в аналогичной разбивке – по этапам работ, по статьям затрат и по годам. Такие работы, как разработка проектно-конструкторской документации, как правило, нецелесообразно разбивать по составным

частям, и они могут учитываться в целом в составе общесистемных работ верхнеуровневого элемента схемы деления. Аналогичный подход может применяться в отношении затрат на управление проектом, проведение летных испытаний и пр.

7. После проведения оценок по всем СЧ иерархическая модель стоимости собирается по каскаду (снизу-вверх). Для каждого агрегирующего элемента схемы деления (начиная с нижнего уровня) стоимость формируется как сумма общесистемных работ по самой СЧ, всех входящих СЧ собственной разработки (изготовления), которые разбиваются по статьям затрат, а также составных частей, выполняемых соисполнителями, которые учитываются в статье «Затраты по работам (услугам), выполняемым (оказываемым) сторонними организациями», в том числе прибыль головного исполнителя, начисляемая как на собственные работы, так и на работы соисполнителей.

Пример каскадной сборки ИМС представлен на рис. 3.

**Преимущества, недостатки и ограничения методологии ИМС**

Определение стоимости с использованием методологии ИМС позволяет сформировать для проекта целостную, увязанную структуру стоимости и сократить неопределенности в процессе его реализации. Кроме того, методология ИМС обладает следующими преимуществами:

1. Является совместимой с существующими подходами к разработке и управлению проектами, определенными требованиями нормативной документации, не требует внедрения новых сущностей, таких как WBS, и за счет этого может быть внедрена в отрасли;
2. Позволяет учесть и системно отразить в проекте все затраты по проекту, включая общесистемные и обеспечивающие;
3. Может применяться на разных этапах реализации проекта, таких как программное планирование, проектирование и конструирование, а также при

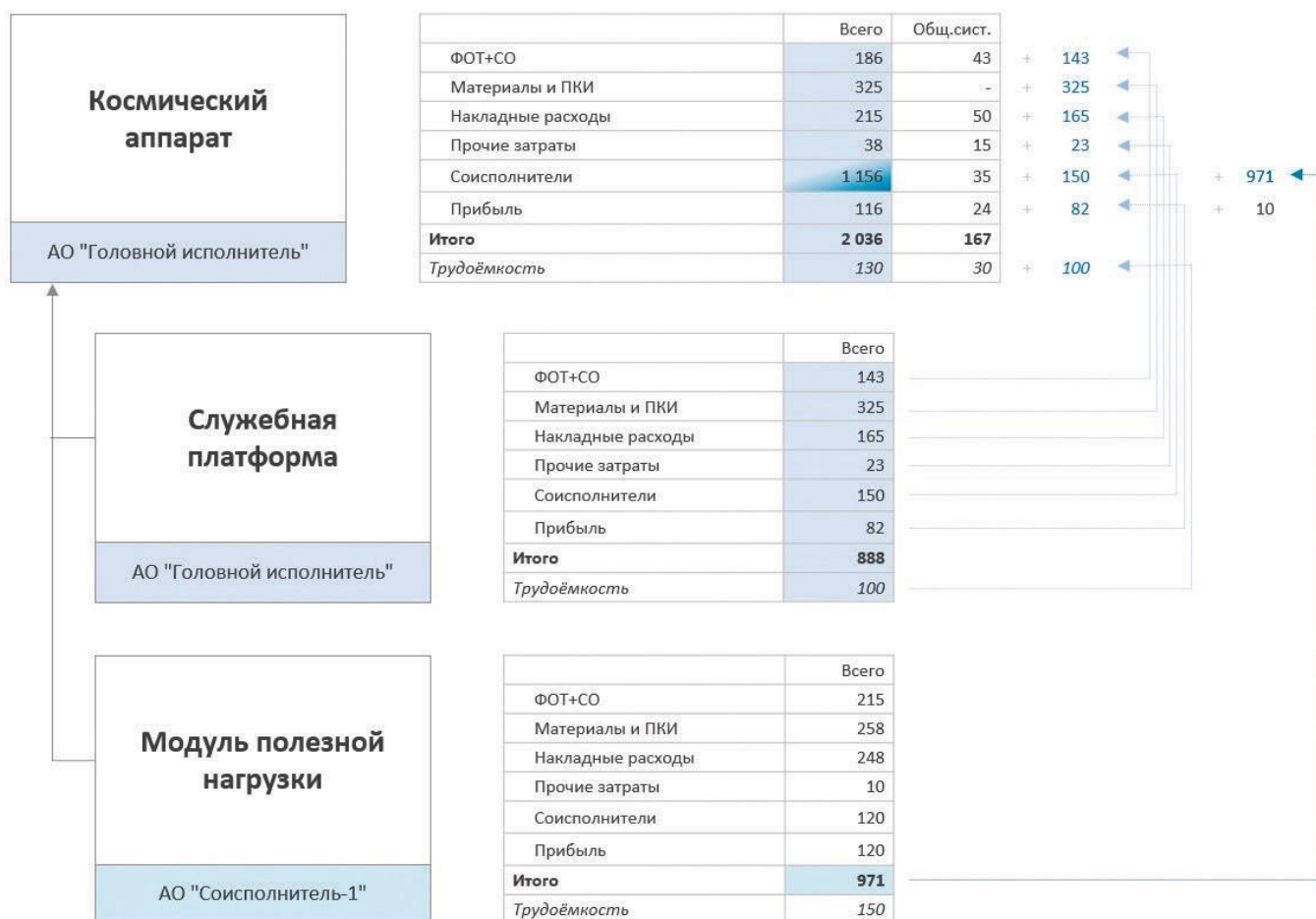


Рис. 3. Пример каскадной сборки иерархической модели стоимости.  
 Источник: составлено авторами на основе собственных данных



Рис. 4. Роль иерархической модели стоимости.  
 Источник: составлено авторами на основе собственных данных

разработке расчетно-калькуляционных материалов к соответствующим контрактам. По мере формирования исходных данных подход к стоимостной оценке отдельных составных частей может меняться: на начальном этапе может применяться аналог по стоимости в целом, на последующих этапах, после прояснения облика изделия и содержания работ – на основе аналогов по статьям затрат, а впоследствии, после проработки технологического процесса – на основе затратного метода.

Кроме того, представленный подход является достаточно универсальным и может применяться как для оценки стоимости опытно-конструкторских работ, так и для оценки стоимости серийных изделий, а также комплексных работ, таких как пусковая услуга в целом, которая включает в себя изготовление и транспортировку ракеты-носителя, разгонного блока и головного обтекателя, работы по подготовке и проведению пуска и др.

Помимо этого, методология ИМС обладает рядом ограничений, которые выявлены на текущем этапе проработки. Среди ограничений применения методологии можно отметить следующее:

1. Несмотря на заложенную гибкость, методология ориентирована на создание новых изделий, при этом вопрос её применения для работ по модернизации изделий и комплексов, опытно-конструкторских по разработке технологий, научно-исследовательских работ и услуг требует отдельной проработки. В то же время, если в качестве структуры разбиения работ вместо схемы деления использовать схему работ (аналог WBS), то подход становится в целом применимым.
2. Поскольку сопроводительные работы, такие как управление проектами должны учитываться на разных этапах создания, которые могут накладываться

во времени, отдельного внимания требует вопрос исключения их дублирования.

#### Заключение

Предложенная методология ИМС радикально не меняет подходы к управлению проектами и их стоимостью, однако позволяет исключить ряд проблем, встречающихся в практике создания космической техники.

Структурированный и систематизированный расчет стоимости на базе методологии ИМС является одним из важных условий повышения управляемости стоимости проектов, а также внедрения проектирования под заданную стоимость.

Следует подчеркнуть, что стоимость изделия определяется не только инженерно-техническими решениями («внутренний контур» проекта), но и организационно-техническими («внешний контур» проекта), такими как состав и схема привлечения кооперации, подходы к отработке изделий и др. Эти вопросы связаны с индустриальной моделью промышленности в целом и кооперации отдельного проекта в частности, и для внедрения проектирования под заданную стоимость эти факторы также должны приниматься в расчет, однако структурированный расчет стоимости может являться основой для них (рис. 4).

АО «Организация «Агат», являясь головным экономическим институтом космической отрасли, проводит апробацию описанных подходов методологии ИМС с 2021 года для проектов разного масштаба и разной степени проработанности (аванпроекты, эскизные проекты, технические проекты). В ходе апробации предлагаемая методология ИМС показала свою универсальность и работоспособность для проектов по различным направлениям РКТ. Наибольшую пользу приносит применение ИМС в проектах с высокой степенью неопреде-

ленности, таких, как опытно-конструкторская работа «Нуклон», а также проектах, нацеленных на создание серийной продукции.

Дальнейшее развитие методологии ИМС видится в более широком внедрении и апробации на различных проектах и объединении стоимостных оценок, полу-

ченных на этапах проектирования и конструирования, с оценками в рамках расчетно-калькуляционных материалов, что позволит в дальнейшем сократить неточности при ценообразовании на всех этапах жизненного цикла РКТ.

#### Список литературы

1. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 8 февраля 2019 г. N 334 «Об утверждении порядка определения состава затрат, включаемых в цену продукции, поставляемой в рамках государственного оборонного заказа».
2. Приказ Федеральной антимонопольной службы от 16.12.2022 № 995/22 «Об утверждении форм документов, предусмотренных Положением о государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 года № 1465».
3. Емелин А.А., Казинский Н.В., Макаров Ю.Н., Сержантов Т.М. О направлениях повышения точности технико-экономических оценок на начальных этапах реализации космических проектов / Журнал «Экономика космоса», №1. – 2022.
4. Руководство по оценке затрат NASA, Версия 4.0, Февраль 2015.
5. Руководство по структуре работ NASA. – NASA/SP-20210023927, 2021.
6. Руководство по системному инжинирингу NASA. – NASA/SP-2007-6105 Rev1, 2007.
7. Руководство MIL-HDBK-766 Design to Cost. DoD U. S. A., August 25, 1989.
8. Тарасевич В.М. Экономико-математические методы и модели. Учебник, Часть 1, 2, изд. ЛФЭИ, 1991.

#### List of literature

1. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation No. 334 dated February 8, 2019 «On Approval of the Procedure for Determining the composition of costs included in the price of products supplied under the State defense Order».
2. Order of the Federal Antimonopoly Service No. 995/22 dated 12.16.2022 «On Approval of the Forms of Documents Provided for by the Regulation on State Regulation of Prices for Products Supplied under the State Defense Order approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1465 dated December 2, 2017».
3. Emelin A.A., Kazinsky N.V., Makarov Y.N., Serzhantov T.M. On the directions of improving the accuracy of technical and economic assessments at the initial stages of the implementation of space projects / Space economics, №1. – 2022.
4. NASA Cost Estimating Handbook (CEH), Version 4.0, February 2015.
5. NASA Work Breakdown Structure (WBS) Handbook. – NASA/SP-20210023927, 2021.
6. NASA Systems Engineering Handbook. – NASA/SP-2007-6105 Rev1, 2007.
7. MIL-HDBK-766 Design to Cost. DoD U. S. A., August 25, 1989.
8. Tarasevich V.M. Economic and mathematical methods and models. Textbook, Part 1, 2, LFEI publishing House, 1991.

Рукопись получена: 16.11.2023

Рукопись одобрена: 11.12.2023