

УДК 629.7:006.053

О направлениях повышения точности технико-экономических оценок на начальных этапах реализации космических проектов

On the directions of improving the accuracy of technical and economic assessments at the initial stages of the implementation of space projects

Дается краткая характеристика действующего порядка проведения технико-экономического обоснования затрат на создание ракетно-космической техники. Более детально рассматриваются методы проведения технико-экономических оценок на начальных этапах реализации космических проектов, в том числе в условиях существенной неопределенности, свойственной ранней стадии реализации проектов, начиная с замысла. По результатам анализа сформулированы предложения по повышению качества технико-экономических оценок и мерам по их внедрению.

A brief description of the current procedure for organizing a feasibility study of rocket and space technology costs is given. Organizational methods of technical and economic assessments at the initial stages of the implementation of space projects, including methods of assessments in conditions of significant uncertainty inherent in the early stage of the projects implementation, starting with the concept, are upset in more detail. Proposals to improve the quality of technical and economic assessments and measures for their implementation are formulated on basis of the analysis results.

Ключевые слова: оценка стоимости, технико-экономическое обоснование, программно-целевое планирование, повышение точности экономических оценок, планирование в условиях неопределенности.

Keywords: cost estimation, feasibility study, program-target planning, improving the accuracy of economic estimates, planning under uncertainty.



ЕМЕЛИН АНДРЕЙ АЛЬБЕРТОВИЧ

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

EMELIN ANDREY ALBERTOVICH

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



**КАЗИНСКИЙ
НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ**

Генеральный директор, АО «Организация
«Агат»

**KAZINSKY
NIKITA**

CEO, JSC "Organization "Agat"



МАКАРОВ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ

д.э.н., к.т.н., директор Департамента стратегического планирования, Госкорпорация «Роскосмос»

MAKAROV YURI

Doctor of Economics, Ph.D (Engineering), Director of Department of Strategic Planning, State Space Corporation "Roscosmos"



СЕРЖАНТОВ ТАРАС МИХАЙЛОВИЧ

Начальник департамента ТЭО ФЦП, АО «Организация «Агат», обучающийся кафедры системного инжиниринга МФТИ, ВШСИ МФТИ

SERZHANTOV TARAS

Head of Department of Feasibility study of federal target programs, JSC "Organization "Agat", student of the Department of System Engineering of MIPT, HSSE MIPT

Регулирование технико-экономических оценок и значимость их качества

Проекты в области создания ракетно-космической техники (далее соответственно – космические проекты, РКТ) в России, как и за рубежом, реализуются преимущественно за счет государственных средств. В связи с этим порядок финансирования и технико-экономических оценок находится и определяется в сфере государственного регулирования нормативными правовыми актами федерального и ведомственного уровня.

Реализация большинства российских космических проектов, финансируемых за счет средств федерального бюджета, осуществляется в рамках государственной программы «Космическая деятельность России» (далее – Госпрограмма), включающей две федеральные целевые программы, Федеральную космическую программу России, три федеральных проекта и семь комплексов проектных мероприятий. Формирование структурных элементов Госпрограммы регулируется постановлениями Правительства РФ от 26.06.1995 № 594 [1], от 31.10.2018 №1288 [3] и иными нормативными правовыми актами.

Финансирование конкретных космических проектов предусматривается в рамках мероприятий в составе Госпрограммы, при этом ресурсное обеспечение мероприятий должно быть соответствующим образом обосновано. Особенности таких социально-экономических и технико-экономических обоснований установлены в [1, 3], а также в ряде ведомственных актов, инструкций и методик.

С учетом специфики РКТ, связанной с двойным

применением, реализация значительной части программных мероприятий выполняется в рамках контрактной системы государственного оборонного заказа. Регулирование цен контрактов на создание и эксплуатацию РКТ осуществляется на основании постановления Правительства РФ № 1465 [2] с учётом требований ФАС России [4] и ведомственных требований, установленных актами Госкорпорации «Роскосмос» [5].

Параллельно с регулируемой на федеральном уровне системой обоснования требуемых объемов финансирования программных мероприятий, выполняемых за счет бюджетных средств, существует отраслевая нормативная база, определяющая этапность создания и эксплуатации РКТ (аванпроект, эскизный проект, рабочая конструкторская документация и др.) и требования к технико-экономическому обоснованию стоимости проектов на различных этапах их реализации.

Несмотря на значительное количество регулирующих документов, технико-экономическая оценка космических проектов проводится в условиях значительной неопределенности технического и информационного характера. При этом точность получаемых оценок на каждом этапе чрезвычайно важна, так как ошибки в таких оценках могут приводить к существенным негативным последствиям. Среди наиболее значимых потенциальных негативных последствий можно отметить следующие:

- снижение эффективности использования выделенных бюджетных средств;

- срыв сроков выполнения государственного оборонного заказа по отдельным проектам – при необходимости корректировки объемов финансирования требуется проведение длительных процедур, в исключительных случаях – принятие решений правительственного уровня;

- ухудшение финансового состояния предприятий отрасли – в силу того, что при наличии дефицита финансирования, он может покрываться за счет собственных средств предприятий, а после исчерпания внутренних ресурсов приводит к снижению эффективности деятельности предприятия и необходимости его финансового оздоровления, в том числе за счет средств федерального бюджета.

На завершающих этапах разработки и эксплуатации РКТ, когда разработаны конструкторская и технологическая документация, комплексная программа экспериментальной отработки и проведен ряд наиболее критичных испытаний в ходе наземной экспериментальной отработки, оценка стоимости – задача достаточно детерминированная. Для её выполнения применяются нормативы трудоемкости, а также нормативно установленные объемы необходимых материалов, покупных комплектующих изделий, а также работ предприятий кооперации.

Что касается оценок стоимости мероприятий проекта на этапе его замысла и формирования, то эта задача характеризуется низким уровнем детерминированности. Анализ процесса оценки стоимости на ранних этапах реализации проектов и выработке предложений по повышению их качества представлен далее.

Существующие подходы к технико-экономическим оценкам

В общем случае система планирования в сфере разработки, создания, производства техники, в том числе ракетно-космической, основана на ряде базовых принципов [6], среди которых следует выделить следующие:

- принцип аналогии. Вытекает из представления об эволюционном характере развития техники и допускает считать состав основных показателей плана на последующем временном интервале ($t_2 - t_3$) частично аналогичными составу, методам и средствам предшествующего периода ($t_1 - t_2$);

- принцип статистического прогнозирования. Основывается на математической гипотезе (экстраполяции) и обладает большой эвристической способностью в тех областях планирования, которые допускают обработку с помощью методов математической статистики;

- принцип балансировки. Система технических, производственных и экономических показателей, характеризующих основные взаимосвязанные пропорции на стадиях исследований, разработок, производства и целевого применения.

Как уже отмечалось, проекты в ракетно-космической отрасли зачастую носят уникальный характер, имеют высокий уровень наукоемкости и капиталоемкости. Это осложняет применение методов аналогии и статистики, а существенные изменения в структуре ракетно-космической промышленности и ее функционирование в новой экономике России затрудняют использование



Рис. 1. Методы определения цены на продукцию на основе порядка регулирования цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу [2]

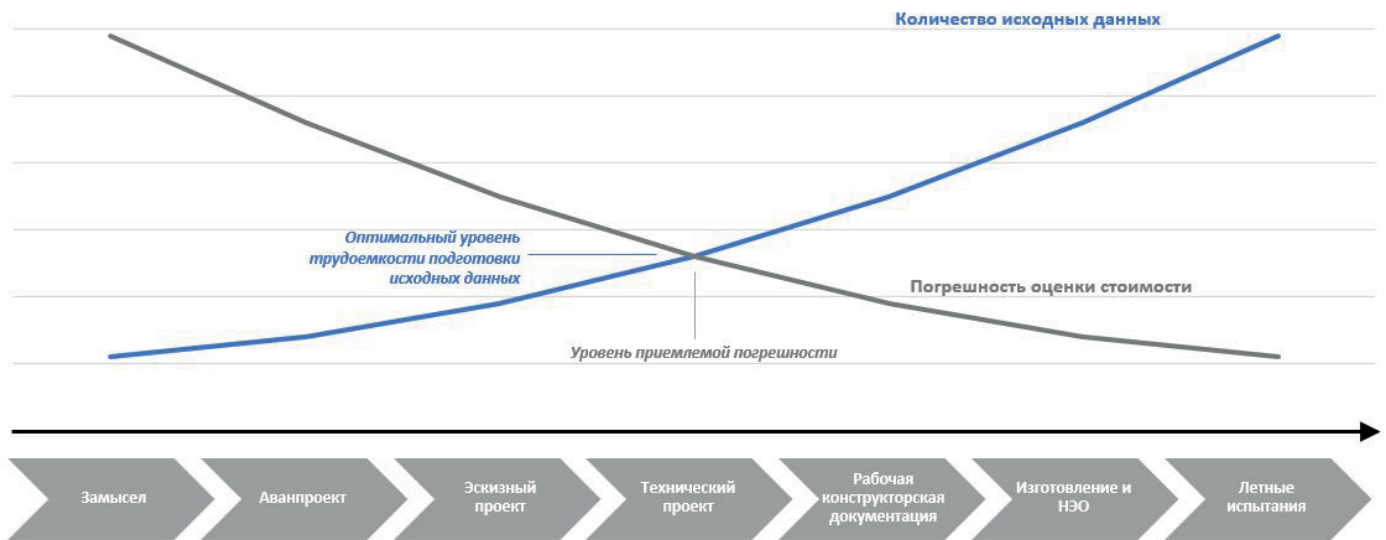


Рис. 2. Условная схема повышения точности оценок в ходе реализации проектов по созданию РКТ

методов, основанных на ретроспективных зависимостях.

Таким образом, прогнозные оценки стоимости космических проектов, в особенности на ранних этапах их реализации, дополнительно осложнены довольно условной применимостью основополагающих принципов планирования.

На последующих этапах реализации проекта, при определении цен контрактов расчет стоимости осуществляется в соответствии с правовыми нормами на федеральном и ведомственном уровне [2, 5]. Действующая нормативная правовая база позволяет рассчитывать цену на продукцию с применением таких методов, как метод анализа рыночных индикаторов, метод сравнимой цены или затратный метода.

В практике ракетно-космической отрасли при заключении контрактов используются в основном затратный метод и метод анализа рыночных индикаторов, при этом их применение осложняется тем, что определение цены контрактов осуществляется до момента разработки конструкторской документации, а в некоторых случаях и до выпуска эскизных материалов, поэтому такие расчеты обладают известной степенью погрешности.

Расчет стоимости на основе затратного метода предусматривает возможность расчета на основе прямого калькулирования стоимости, расчетов на основе аналогов (в целом и по статьям затрат) и экономико-математических моделей (см. рис. 1).

Метод прямой калькуляции затрат для новых изделий РКТ обеспечивает необходимую точность по результатам разработки конструкторской и технологической документации, что позволяет структурировать все планируемые работы по операциям и нормировать трудо- и материалозатраты. Соответственно на более ранних этапах реализации космических проектов погрешность оценок, полученных методом калькуляции затрат, довольно высока, поэтому применять данный метод необходимо с определенной долей осторожности, в особенности в проектах «большого масштаба» (см. рис. 2).

На разных этапах разработки проекта и определения его стоимости существуют различные приоритеты в части аспектов анализа (см. рис. 3).

На этапе программного планирования оценка стоимости зачастую проводится на основе замысла проекта и основных технических характеристик, а акцент анализа смещен на этапную и временную структуру стоимости. При этом для проведения оценки распределения по статьям затрат могут использоваться статистические данные в качестве структурной аналогии.

На этапе проектирования рассматривается структура стоимости не только в указанных разрезах, но и по составным частям, а также в разбивке на собственные работы и работы соисполнителей.

При заключении контракта после этапов проектирования РКТ структура стоимости проекта в разрезе по



Рис. 3. Аспекты анализа стоимости на разных этапах реализации проекта

составным частям изделий рассматривается в меньшей степени, в то время, как вопросам обоснования стоимости по статьям затрат уделяется наибольшее внимание.

Таким образом, динамика глубины стоимостного анализа по различным аспектам является неравномерной. Это приводит к тому, что результаты оценок на разных этапах не обладают структурной сопоставимостью, и поэтому отсутствует возможность сквозного мониторинга изменений при прогнозировании стоимости проектов.

Зарубежный опыт [8, 10, 11, 12] свидетельствует о том, что на ранних этапах реализации проектов используются методы, в первую очередь основанные на параметрических моделях и данных аналогов, а калькулирование по статьям затрат, применяется после определения детального технического облика проекта.

В таблице 1 приведены подходы НАСА к оценкам стоимости проекта на разных этапах жизненного цикла.

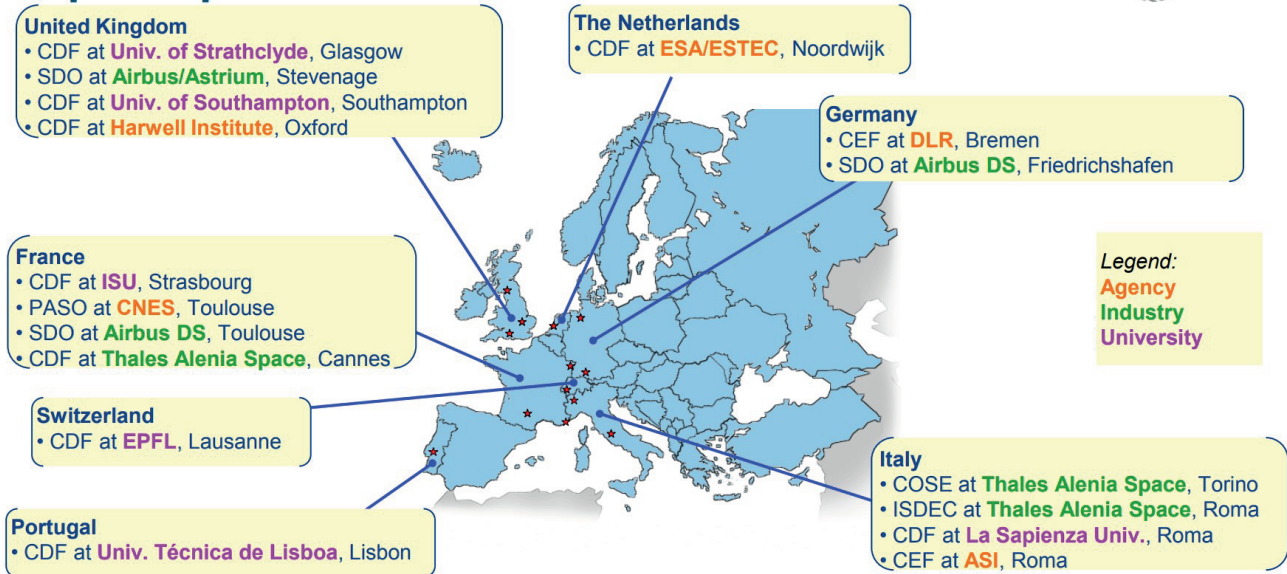
Также следует отметить, что в практике организаций ракетно-космической (и не только) промышленности сохраняется определенный разрыв между проектно-конструкторскими и финансово-экономическими подразделениями, вследствие чего работы по проектированию и оценке технико-экономических параметров выполняются последовательно и без необходимой увязки всех аспектов проекта. Несмотря на эффективность в отдельных случаях, реализация экономически эффективных проектов при таком подходе является затруднительной.

В международной практике для проектирования «под заданную стоимость» выполняется взаимовязанная работа специалистов разных направлений на разных этапах выполнения работ, начиная с программного планирования и заканчивая финальными стадиями разработки конструкторской документации. Работа выполняется на базе центров параллельного

Методология оценки /стадия жизненного цикла проекта	Пре-фаза А	Фаза А	Фаза В	Фаза С/ Фаза D	Фаза Е
Параметрическая оценка стоимости	●	●	●	●	○
Оценка стоимости по аналогии	●	●	●	●	○
Метод инженерного конструирования (затратный метод)	●	●	●	●	●
Обозначения: ● приоритетный; ● применимый; ○ неприменимый.					
Пре-фаза А – изучение концепции					
Фаза А – Концептуальное и технологическое проектирование					
Фаза В – Предварительный дизайн конструкции и окончательные технические решения					
Фаза С – Окончательный дизайн конструкции и производство					
Фаза D – Сбор системы, проведение испытаний, запуск					
Фаза Е – Выполнение системой операций, поддержание системы					

Табл. 1. Применимость методологий оценки затрат в зависимости от стадии жизненного цикла проекта [10]

Other Concurrent Design Centres European Space Sector



ESA UNCLASSIFIED - For Official Use



European Space Agency

Рис 4.а. Европейские промышленные и университетские центры параллельного проектирования [13]

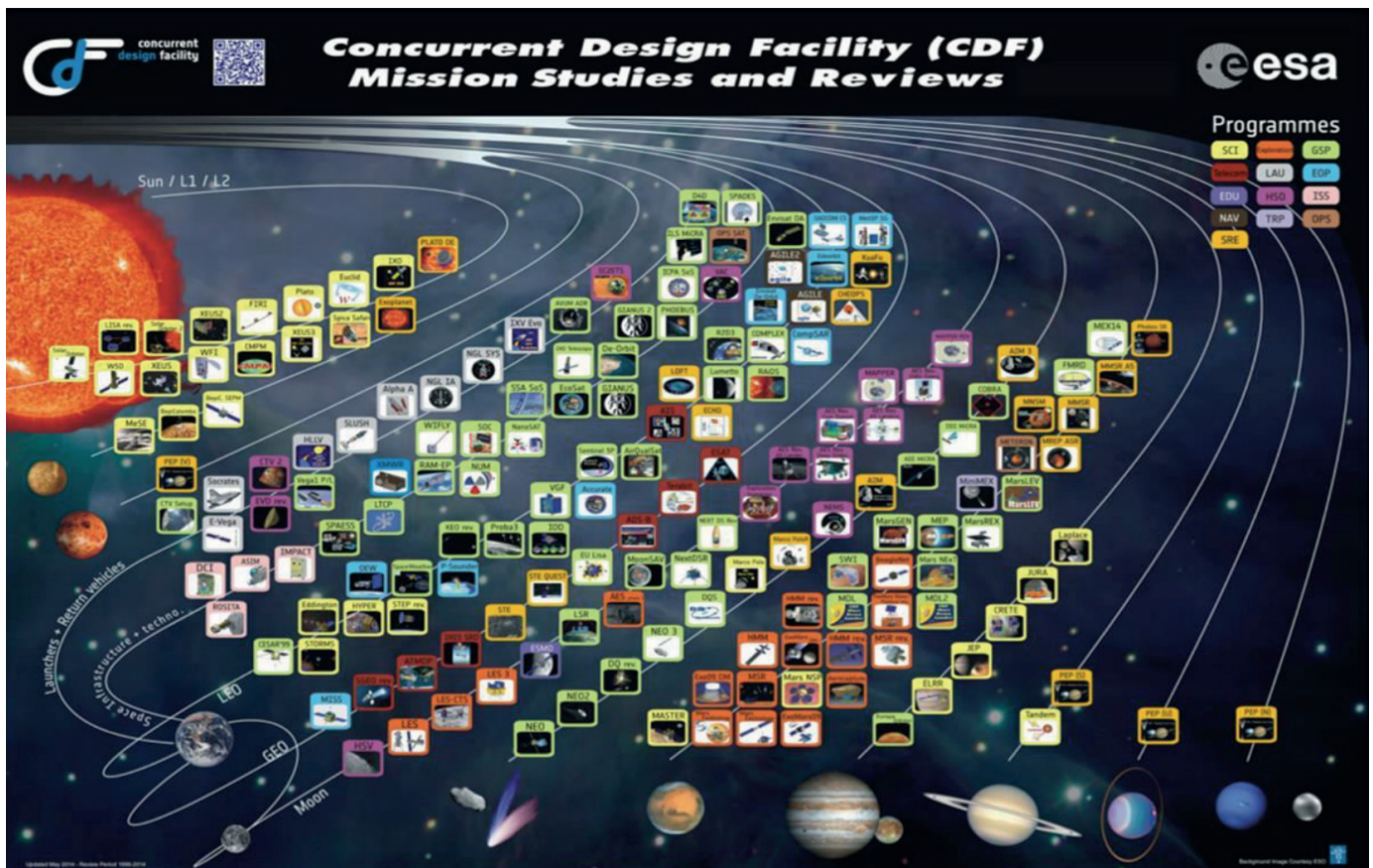


Рис 4.б. Космические проекты (разного уровня зрелости), разработанные Центром параллельного проектирования в ESTEC (Европейское космическое агентство) [13]

проектирования или стратегического планирования с использованием инструментария цифровых двойников, учитывающих в том числе технико-экономические показатели.

Важнейшим фактором эффективности таких центров параллельного проектирования является высокий уровень обеспечения их функционирования информационными ресурсами. Например, практически вся научно-техническая информация, созданная или финансируемая НАСА, размещается в официальной информационной системе NASA STI Repository [9]. Предоставляется открытый онлайн-доступ к записям метаданных НАСА, полнотекстовым онлайн-документам, изображениям и видео. В системе NASA STI Repository имеется также сегмент ограниченного доступа, который включает полную коллекцию научно-технических аэрокосмических материалов НАСА и иных организаций и доступен гражданским служащим НАСА, подрядчикам и получателям грантов.

Уровень развития системы центров параллельного проектирования различного назначения в Европе, а также масштаб сформированных и реализованных космических проектов Европейского космического агентства показан на рисунке 4. По оценкам, на основе общедоступной платформы ESA Concurrent Design Facility, базовой организацией которой является ESTEC, работает свыше 60 центров параллельного проектирования в Европе, при этом 50 центров по космической тематике, в основном заказам Европейского космического агентства.

Перспективные направления повышения точности технико-экономических оценок космических проектов

Действующее законодательство позволяет предпринять ряд мер для совершенствования подходов к прогнозированию стоимости в ракетно-космической промышленности, включая меры как организационного [7], так и технического характера.

Исходя из рассмотренных особенностей РКТ и ракетно-космической промышленности, целесообразны следующие меры:

1. Формирование структуры и наполнение отраслевой базы по изделиям (функциональным элементам схемы деления) и работам (иерархическая структура работ), а также заключение контрактов со структурой работ, учитывающей последующую интеграцию с базой.

2. Создание набора параметрических и аналоговых моделей на основе обобщения данных отраслевой базы для последующего использования при оценке стоимости проектов как на этапе программного планирования, так и на этапе проектирования (в качестве основы для формирования цифровых двойников и при использовании технологии параллельного проектирования).

3. Апробация технологии проектирования «под заданную стоимость», параллельного проектирования и цифровых двойников на пилотных проектах, выполняемых разработчиками совместно с отраслевыми институтами.

4. Внедрение процедур сопровождения хода реализации проекта в части технико-экономических показателей для получения обратной связи о достигнутых фактических показателях и систематического повышения точности экономико-математических моделей и актуализации отраслевой базы.

5. Повышение полноты, оперативности доступа и достоверности используемой исходной технико-экономической и научно-технической информации на основе повышения уровня цифровизации.

Заключение

Существующие методы и процедуры технико-экономических расчетов в ракетно-космической отрасли позволяют осуществлять оценки стоимости космических проектов на всех этапах их разработки. При этом на разных этапах реализации рассматриваются различные аспекты формирования стоимости, поэтому оценки стоимости разных этапов не в полной мере сопоставимы, а разброс оценок может быть существенным.

В мировой практике для оценок стоимости используются информационные базы, в которых статистические сведения о технико-экономических показателях проектов структурированы в едином формате, позволяя проводить оценки на этапах жизненного цикла с использованием разных методов от параметрической оценки до инженерного конструирования. Использование единой информационной базы способствует накопительному эффекту в точности оценок.

Реализация предложенных мероприятий по совершенствованию методов прогнозирования стоимости будет способствовать повышению точности оценок как на ранних этапах реализации космических проектов (замысел, программное планирование), так и на этапе

проектирования, а также создадут условия для внедрения в ракетно-космической промышленности технологий цифровых двойников и параллельного проектирования.

Список литературы

1. Порядок разработки и реализации федеральных целевых программ и межгосударственных целевых программ, в осуществлении которых участвует Российская Федерация. Утвержден постановлением Правительства РФ от 26 июня 1995 г. N 594
2. Положение о государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, а также о внесении изменений и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации. Утверждено постановлением Правительства РФ от 2 декабря 2017 г. N 1465.
3. Положение об организации проектной деятельности в Правительстве Российской Федерации. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2018 г. № 1288.
4. Формы документов, предусмотренные Положением о государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 года N 1465. Утверждены Приказом Федеральной антимонопольной службы от 26 августа 2019 г. N1138/19.
5. Перечень документов, представляемых в Государственную корпорацию по космической деятельности "Роскосмос" в составе обосновывающих документов при представлении предложений о цене (прогнозной цене) продукции, поставляемой по государственному оборонному заказу, в соответствии с пунктом 37 Положения о государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 г. № 1465. Утвержден Приказом Государственной корпорации по космической деятельности "Роскосмос" от 31.12.2020 № 400.
6. Совмещенность и совершенствование экономики развития ракетно-космической техники и технологий [монография] / Котов А.Н., Алавердов В.В., Макаров Ю.Н. и др. / Федер. космич. агентство ; под ред. В.А.Давыдова. – М.: НИИ «Энцитех», 2009. – 392 с. (Новые наукоемкие технологии в технике : энциклопедия / Федер. космич. агентство; редсовет: К.С.Касаев (пред.) и др.– Т. 27С).
7. Планировать по уму. Как улучшить организацию работ в ракетно-космической отрасли: статья / кол. авт.; под ред. Блошенко А.В., Борисова С.А. - Журнал «Русский космос», 2021. - №26.
8. Дечамма К. К., Мохит К. Г., Сума Мирджи, Рахул Кумар, Палани Мурган, К. Н. Субраманья. Процесс оценки стоимости спутников дистанционного зондирования // Международный журнал инженерии и передовых технологий (IJEAT) ISSN: 2249-8958 (онлайн). – Том 11. Выпуск-2, декабрь 2021 г., стр. 78-85. - URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v11i2/F29970810621.pdf> – Индия, Бхопал (М.П.) : Изд-во IJEAT, 2021.
9. Сервер технических отчетов НАСА (NTRS) : офиц. сайт. – URL: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20040075697/downloads/20040075697.pdf>
10. Руководство по оценке затрат НАСА (СЕН), версия 4.0, февраль 2015 г. // Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства : офиц. сайт. - URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/O1_CEH_Main_Body_O2_27_15.pdf .
11. Управление космическими проектами. Управление затратами и графиком // ECSS-M-ST-60C. 2008.
12. Мишель ван Пелт. Фаза 0. Оценки космических полетов. // Семинар ICEAA по профессиональному развитию и обучению, 2019. - URL: <https://www.iceaaonline.com/ready/wp-content/uploads/2019/06/SM04-Paper-Phase-0-Space-Mission-Estimates-van-Pelt.pdf>
13. Робин Бисбрук. Центр параллельного проектирования ЕКА : презентация : материалы Симпозиум Организации Объединенных Наций/Австрии, Нидерланды, Грац, 5 сентября 2017 года. URL: <https://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/activities/2017/GrazSymposium/presentations/Tuesday/Presentation4.pdf>

List of literature

1. The procedure for the development and implementation of federal targeted programs and interstate targeted programs in the implementation of which the Russian Federation participates. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of June 26, 1995 N 594.
2. The Regulation on state regulation of prices for products supplied under the state defense order, as well as on amendments and invalidation of certain acts of the Government of the Russian Federation. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of December 2, 2017 N 1465.
3. Regulations on the organization of project activities in the Government of the Russian Federation. Approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1288 of October 31, 2018.
4. Forms of documents provided for by the Regulation on state regulation of prices for products supplied under the state defense order approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of December 2, 2017 N 1465. Approved by Order of the Federal Antimonopoly Service of August 26, 2019 N1138/19.
5. dated 12/22/2011. The list of documents submitted to the State Corporation for Space Activities "Roscosmos" as part of supporting documents when submitting proposals on the price (forecast price) of products supplied under the state defense order, in accordance with paragraph 37 of the Regulation on State Regulation of Prices for Products Supplied under the state defense order approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1465 of December 2, 2017. Approved by the Order of the State Corporation for Space Activities "Roscosmos" dated 31.12.2020 № 400
6. Combination and improvement of the economy of the development of rocket and space technology and technologies [monograph] / Kotov A.N., Alaverdov V.V., Makarov Yu.N. et al. / Feder. space Agency ; edited by V.A.Davydov. – M.: Research Institute "Encitech", 2009. – 392 p. (New high-tech technologies in engineering : Encyclopedia / Feder. space Agency; Editorial Board: K.S.Kasaev (pred.) and others – Vol. 27C).
7. Plan wisely. How to improve the organization of work in the rocket and space industry: article / col. author; ed. Bloshenko A.V., Borisova S.A. - Russian Cosmos Magazine, 2021. - No. 26.
8. Dechamma K. K., Mohith C. G., Suma Mirji, Rahul Kumar, Palani Murgan, K. N. Subramanya. Cost Estimation Process of Remote Sensing Satellites // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249-8958 (Online). – Vol. 11. Issue-2, December, 2021, pp. 78-85. - URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v11i2/F29970810621.pdf> – Индия, Бхопал (М.Р.) : Изд-во IJEAT, 2021.
9. NASA Technical Reports Server (NTRS) : офиц. сайт. – URL: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20040075697/downloads/20040075697.pdf>
10. NASA Cost Estimating Handbook (CEH), Version 4.0, February 2015 // National Aeronautics and Space Administration : офиц. сайт. - URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/01_CEH_Main_Body_02_27_15.pdf.
11. Space project management. Cost and schedule management // ECSS-M-ST-60C. 2008.
12. Michel van Pelt. Phase O. Space Mission Estimates. // ICEAA Professional Development & Training Workshop, 2019. - URL: <https://www.iceaaonline.com/ready/wp-content/uploads/2019/06/SMO4-Paper-Phase-O-Space-Mission-Estimates-van-Pelt.pdf>
13. Robin Biesbroek. ESA Concurrent Design Facility : презентация : материалы United Nations/Austria Symposium, The Netherlands Graz, Sep. 5th , 2017. URL: <https://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/activities/2017/GrazSymposium/presentations/Tuesday/Presentation4.pdf>