

СОЗДАНИЕ КОММЕРЧЕСКОГО СЕГМЕНТА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ: ЗАДАЧИ, УСЛОВИЯ, ЭКОНОМИКА

Тамара Николаевна РЫЖИКОВА ^{a,*},

Георгий Александрович ЩЕГЛОВ ^b,

Анатолий Витальевич ШАПОВАЛОВ ^c

^a доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и организации производства,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва, Российская Федерация
tnr411@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2762-0547>
SPIN-код: 2731-0990

^b доктор технических наук, профессор кафедры аэрокосмических систем,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва, Российская Федерация
shcheglov_ga@bmstu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0129-0439>
SPIN-код: 3501-7903

^c аспирант кафедры аэрокосмических систем,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва, Российская Федерация
shapovalovav@bmstu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0277-2218>
SPIN-код: 5215-6619

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 424/2023
Получена 04.09.2023
Получена в
доработанном виде
13.09.2023
Одобрена 27.09.2023
Доступна онлайн
30.10.2023

Специальность: 5.2.3

УДК 338.22.021.1

JEL: D81, G32, M11,
M21, M49

Аннотация

Предмет. Процесс формирования рынка коммерческих космических услуг.

Цели. Необходимость развития коммерческого сегмента космических услуг обусловлена появлением новых космических технологий, потребностью освоения дальнего космоса и необходимостью привлечения к этому средств частных инвесторов.

Методология. Использован последовательный сравнительный анализ космических технологий, являющихся необходимой базой для исследования. Инструментарий анализа затрат и процессов ценообразования на предлагаемые услуги основывается на углубленном изучении различных подходов, используемых в экономике космоса, а также позволяет наглядно представить результаты полученных данных.

Результаты. Обоснование путей увеличения выручки от продажи космических услуг связано с увеличением жизненного цикла космических аппаратов, в течение которого они и услуги, оказываемые с его помощью, будут востребованы широким слоем платежеспособных потребителей. Рассмотрены практическая и теоретическая изученность проблемы, предлагается подход к обеспечению последовательности процесса оценки и анализа перспектив диверсификации производства на машиностроительном предприятии. Именно с этим конечным коммерческим сегментом связаны основные тренды развития космических технологий.

Ключевые слова:

коммерческие
космические услуги,
орбитальное
обслуживание,
регулирование

Выводы. Проведена оценка подходов к рентабельности космических технологий и космических аппаратов, которая должна проводиться с учетом особенностей космического рынка и с учетом поиска инвестиционной привлекательности технологий продления жизни на орбите, заправки, сборки, изготовления, ремонта, а также утилизации и удаления различного активного мусора. Услуги, оказываемые на орбите, могут быть разделены на две группы: с коротким и пролонгированным жизненными циклами. Затраты на такие услуги могут учитывать или не учитывать затраты на изготовление и пуск в зависимости от жизненного цикла космических аппаратов.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Рыжикова Т.Н., Щеглов Г.А., Шаповалов А.В. Создание коммерческого сегмента космических услуг: задачи, условия, экономика // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2023. – Т. 22, № 10. – С. 1850 – 1863.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.10.1850>

Введение

В последнее время много говорится о необходимости развития коммерческого сегмента космических услуг. Многие авторы акцентируют внимание на развитии космического туризма и высокоскоростного транспорта, которые гарантируют сочетание прогнозируемого увеличения спроса на ракеты-носители с увеличением количества полетов, и должны стимулировать технологическое совершенствование многоразового использования космических аппаратов.

Если нет достаточного количества полезной нагрузки, будь то грузы или космические туристы, появляются затруднения с развитием нового пускового оборудования. Но и полезная нагрузка должна быть не только полезной для ракеты-носителя, которая доставляет ее на орбиту, осуществляя свою базовую (ядерную)¹ услугу, но и, по возможности, иметь длительный жизненный цикл, в течение которого она будет востребована и будут оказываться услуги (периферийные) широкому слою платежеспособных потребителей.

Именно этим конечным сегментом можно и нужно управлять. Например, если спуститься на землю, то можно увидеть, что прежние автозаправки совмещаются с продажей сопутствующих товаров, или, как говорят в народе, осуществляется «союз бензина с магазином». То есть компании ищут приемлемую для них модель прибыли. Начиная бизнес или занимаясь им, мы можем не задумываться о том, какая модель прибыли получится в итоге. Часто базовый продукт не может быть высокорентабельным, но может обеспечить высокорентабельные дополнительные

¹ Ядерная услуга – это базовая, или родовая, выгода, обеспечиваемая продуктом или маркой в данной товарной категории. То есть все продукты или марки на одном и том же базовом рынке обеспечивают для покупателя одну и ту же ядерную услугу практически однородным путем с учетом того, что конкуренция и скорость распространения технического прогресса нивелируют различия в технологических подходах.

продукты или услуги, которые не могли бы появиться без базового продукта. Спутник не может пока попасть на орбиту без помощи ракеты-носителя.

Если мы посмотрим на деятельность И. Маска, то можно видеть, что реализуется модель, представленная на *рис. 1*, где базовым продуктом является многоразовая ракета-носитель, промежуточным – каждый отдельно взятый Старлинк, который, кстати, добрался уже и до Москвы², конечным – широкополосный Интернет [1]. В чем суть таких моделей? Прибыль для базового продукта является минимальной, а с каждым последующим продуктом она растет. Здесь важно отметить, что растет она и за счет более высокой возможной рентабельности, и за счет величины аудитории, на которую рассчитан данный продукт. Поэтому обязательным здесь является наличие вертикально интегрированной компании. Компания обеспечивает пусковое оборудование, спутники, наземное оборудование, космические услуги, систему продаж. Поэтому базовое оборудование может быть рассчитано на разные запросы, а дальнейшие цепочки обеспечивают связь, Интернет, дистанционное зондирование Земли и т.д. И как показала СВО, такая выстроенная модель может иметь как коммерческую, так и военную направленность.

Другим примером может служить предложенная генеральным директором компании D-Orbit Л. Россеттини бизнес-модель использования малого разгонного блока ION Satellite Carrier. Малый разгонный блок, отделяясь от ракеты-носителя Falcon 9, оказывает базовую услугу – переводит малые спутники на индивидуальные орбиты. После этого разгонный блок с неотделяемыми полезными нагрузками переходит на собственную рабочую орбиту и становится спутниковой платформой, которая может предоставлять услуги использования для множества сторонних полезных нагрузок, таких как инновационные технологии, разработанные стартапами, эксперименты исследовательских организаций и приборы традиционных космических компаний, требующие тестирования на орбите. На платформе могут быть развернуты интернет-серверы или средства дистанционного зондирования Земли, которые приносят дополнительный доход. То есть каждая транспортная операция малого разгонного блока оканчивается для компании D-Orbit не захоронением космического мусора, а развертыванием многоспутниковой группировки. Авторы бизнес-проекта предполагают таким образом сокращение затрат на запуск всей спутниковой группировки до 40%.

Если посмотреть на Роскосмос, то можно видеть, что ареал его деятельности (в системе вертикальной интеграции) значительно ограничен (*рис. 2*). Он охватывает только часть цепочки, ее начальную, или можно сказать, малоприбыльную часть, которая финансируется за счет государства, «базовый продукт» и «базовые услуги» (услуги запуска, услуги выведения, мониторинга, потребительская аудитория которых невелика). А вот прибыльная часть (с огромной

² Компания Старлинк предоставляет физическим лицам высокоскоростной домашний Интернет. Сеть online-провайдера Старлинк – одна из самых широких в Москве, – зона покрытия охватывает практически все округа столицы.

потребительской аудиторией), мобильная связь, Интернет, космоснимки Роскосмосом никак не контролируется. Безусловно, компании, которые реализуют услуги конечных звеньев цепочки, платят налоги. Но какая часть этих отчислений возвращается в Роскосмос? Вряд ли Роскосмос может влиять на их величину. Это прерогатива государства.

Однако новые коммерческие космические технологии порождают новые возможности и услуги. Сюда можно отнести технологии, обеспечивающие космическим аппаратам (КА) продление жизни на орбите, заправку, сборку, изготовление, ремонт и утилизацию по окончании срока службы, а также удаление различного активного мусора.

Коммерческие космические технологии и экономическая отдача от использования космоса

Новые возможности включают мониторинг ситуации при отслеживании орбитального мусора, оценку характеристик космических объектов, а также своевременное устранение дефектов и контроль влияния космической среды на КА.

В совокупности перечисленные возможности открывают новую эру коммерческого использования космоса.

Новые коммерческие космические технологии способны увеличить экономическую отдачу от космической деятельности. В рамках проекта CONFERS (Consortium for the Execution of Rendezvous and Servicing) Центр космических инженерных исследований Университета Южной Калифорнии провел исследование существующих методологий и практик Rendezvous and Proximity Operations (RPO) и методологий On-Orbit Servicing (OOS) посредством обзора литературы и интервью с практикующими специалистами [2]. Согласно их отчету, к 2030 г. совокупная возможность получения дохода должна составить 6,2 миллиарда долларов США и в дальнейшем будет только расти.

Создание надежной и устойчивой космической среды потребует оказания услуг на орбите, которые должны быть в сфере правовых отношений и контролироваться. Устойчивый рынок услуг, развивающийся сектор операций контактирования RPO и обслуживания на OOS не только требует регулирования и лицензирования, но прежде всего должен быть эффективен, обеспечивать поток услуг между государствами, государством и компаниями, работающими в космической сфере, между компаниями и способствовать росту инновационной коммерческой космической деятельности при обеспечении безопасности операций и ясности ответственности. Услуги по обслуживанию поддерживают развивающуюся космическую экономику, потенциал роста которой многими аналитиками оценивается в 1 трлн долл. и, как ожидается, будет в значительной степени зависеть от возможностей спутников на орбите.

Здесь одной из важнейших составляющих является оценка затрат и стоимостной инжиниринг. Стоимостной инжиниринг – это многогранная дисциплина и наука, изучающая затраты, оценку и контроль, бизнес-планирование и управление, анализ рентабельности и планирование крупных и сложных инженерных проектов с применением инженерных принципов [3–5]. Смета расходов в данной сфере не является каким-то статическим или детерминированным значением. Это весьма подвижный документ, который должен постоянно обновляться, пересматриваться и корректироваться на протяжении проекта. Результат почти всегда будет отличаться от окончательной стоимости проекта в связи с непредвиденными факторами и событиями, которые не были или даже не могли быть учтены при составлении сметы на проект.

Оценка стоимости в космическом секторе должна охватывать широкий спектр различных миссий – от самых малых спутников до многоразовых ракет-носителей и пилотируемых космических кораблей.

И хотя тщательное и реалистичное составление бюджетов является важнейшим шагом к успеху проекта в будущем, в основе которого лежит предварительная смета стоимости программы, необходимо рассмотреть взаимосвязь стоимостей базовой и периферийной услуг. Например, малый разгонный блок (МРБ) может быть предназначен для ряда возможностей, которые позволяют образовать следующие периферийные услуги (назовем их услугами первого плана):

- межорбитальное маневрирование и фазирование полезной нагрузки;
- компенсация торможения КА под действием остаточной атмосферы;
- инспекция КА;
- орбитальное обслуживание КА;
- борьба с космическим мусором и др.

Прежде чем говорить об эффективности использования МРБ, следует проанализировать услуги, которые предлагаются в космической сфере с помощью МРБ и пути создания их потребительской стоимости.

Допустим, цена периферийной пусковой услуги, оказываемой МРБ выводимым на низкую опорную орбиту при помощи ракеты-носителя (РН) и универсального разгонного блока (РБ) среднего класса может быть оценена из условия выгоды данной услуги по сравнению с ядерной услугой выведения ПН на РН сверхлегкого класса.

Полная стоимость услуги по использованию малого разгонного блока на РН и РБ среднего класса складывается из стоимости ядерной услуги $C_{\text{я}}$ и стоимости периферийной услуги $C_{\text{п}}$:

$$C_{\text{Я}} = (C_{11} + C_{12}) (1 + \eta_{\text{Я}}), \quad (1)$$

где C_{11} – стоимость выведения МРБ и полезной нагрузки (ПН) на РН среднего класса;

C_{12} – стоимость адаптации МРБ с ПН к РН и РБ среднего класса;

$\eta_{\text{Я}}$ – норма прибыли для ядерной услуги;

$$C_{\text{П}} = (C_{21} + C_{22} + C_{23}) (1 + \eta_{\text{П}}) = C_{\text{П0}} (1 + \eta_{\text{П}}), \quad (2)$$

где C_{21} – стоимость МРБ ($C_{21} = C_{\text{МРБ}}$);

C_{22} – стоимость адаптации ПН к МРБ;

C_{23} – стоимость выведения ПН на МРБ;

$\eta_{\text{П}}$ – норма прибыли для периферийной услуги;

$C_{\text{П0}}$ – себестоимость периферийной услуги.

Введем относительные величины: $\beta_1 = C_{22} / C_{\text{МРБ}}$ – относительную стоимость адаптации ПН к МРБ, $\beta_2 = C_{23} / C_{\text{МРБ}}$ – относительную стоимость выведения ПН на МРБ. Себестоимость периферийной услуги составит:

$$C_{\text{П0}} = C_{21} + C_{22} + C_{23} = C_{\text{МРБ}} (1 + \beta_1 + \beta_2). \quad (3)$$

Удельная стоимость полной услуги выведения 1 кг ПН на МРБ может быть определена как

$$s_0 = (C_{\text{Я}} + C_{\text{П}}) / m_{\text{ПН}}. \quad (4)$$

Примем удельную стоимость ядерной услуги выведения 1 кг ПН на РН и РБ среднего класса равной $s_{\text{Я}}$. Тогда стоимость ядерной услуги будет пропорциональна сумме масс МРБ и ПН:

$$C_{\text{Я}} = s_{\text{Я}} (m_{\text{МРБ}} + m_{\text{ПН}}). \quad (5)$$

Примем условие выгоды полной услуги по сравнению с ядерной услугой выведения ПН на РН сверхлегкого класса в виде выражения

$$s_0 = \mu s_{\text{СЛРН}}, \quad (6)$$

где μ – коэффициент, который определяется из маркетинговых исследований.

Подставляя (6) и (5) в (4), найдем удельную стоимость периферийной услуги:

$$s_{\text{П}} = C_{\text{П}} / m_{\text{ПН}} = s_0 - (1 + \gamma) s_{\text{Я}}, \quad (7)$$

где γ – относительная масса МРБ ($\gamma = m_{\text{МРБ}} / m_{\text{ПН}}$).

С учетом (3) из (7) можно получить выражение удельной себестоимости:

$$s_{\text{ПО}} = C_{\text{ПО}} / m_{\text{ПН}} = [s_0 - (1 + \gamma) s_{\text{Я}}] / (1 + \eta_{\text{П}}). \quad (8)$$

В формуле (8) в числителе стоит разность

$$s_0 - (1 + \gamma) s_{\text{Я}}, \quad (9)$$

откуда следует условие существования периферийной услуги

$$\sigma = (s_0 / s_{\text{Я}}) > (1 + \gamma). \quad (10)$$

Если в соответствии с ТЗ принять массы $m_{\text{ПН}} = 150$ кг, $m_{\text{МРБ}} = 80$ кг, получим $\gamma = 0,53$. Следовательно, в соответствии с (10), должно выполняться условие $\sigma > 1,53$.

Для оценки величины $\sigma = s_0 / s_{\text{Я}}$ необходимо знать стоимость выведения ПН на низкую околоземную орбиту для РН среднего и сверхлегкого классов.

Коммерческие космические услуги «второго плана»

При увеличении жизненного цикла (Life Cycle) космического аппарата, он может оказывать и другие периферийные услуги (назовем их услугами второго плана), в том числе и нехарактерные для данного вида. У исследователей приводятся разные решения, в том числе и для разгонных блоков. Когда блок не утилизируется, а продолжает свою жизнь в космосе еще какое-то время (например, на блок крепится станция, собирающая информацию с мини-спутников и передающая ее на Землю. Или блок крепится к платформе или орбитальной станции и по мере надобности включается и оказывает перечисленные периферийные услуги и др.), то такие услуги могут дать эксплуатанту не заложенную, а реальную рентабельность, в зависимости от рентабельности услуг.

На *рис. 3* схематично представлены этапы проектирования, изготовления и эксплуатации МРБ и их стоимость.

Вынося стоимость проектирования за скобки, можно видеть две цепочки себестоимости.

Первая цепочка, когда себестоимость услуги доставки на орбиту состоит из $C_{\text{и}} + C_{\text{п}}$.

В данном случае главная задача заключается в том, чтобы оценить, какое количество МРБ будет оптимально для данного типа ракеты-носителя, сколько КА она сможет обслужить. То есть стоимость базовой услуги, как было уже отмечено, будет равна $C_{\text{Я}}$ (5), а периферийной (первого плана) равна $C_{\text{ПО}}$ (3).

Вторая цепочка, когда в себестоимость включаются только эксплуатационные затраты (так как затраты на изготовление и запуск уже компенсированы стоимостью услуг первого плана) за счет продления жизненного цикла на орбите, стоимость одной периферийной услуги второго порядка с учетом прибыли для периферийных услуг составит:

$$C_{\text{п02}} = C_{\text{э}} (1 + \eta_{\text{п}}) / \chi, \quad (11)$$

где χ – минимальное возможное количество оказываемых услуг. То есть в данном случае удельная себестоимость услуги будет зависеть от возможного количества оказываемых МРБ услуг. Чем большее количество услуг будет востребовано, тем выше окажется рентабельность данного отрезка стоимости жизненного цикла СЖЦ (Life Cycle Cost, LCC)³. Безусловно, есть ограничения, например количество включений.

Отсюда логично констатировать, что обоснованная смета расходов, отражающая все данные, которые доступны во время раннего стоимостного инжиниринга, формирует прочную основу для адекватного и поддерживаемого программного бюджета⁴. В свою очередь это увеличивает шансы на успех программы.

В целом, исследователи выделяют три ключевых элемента, которые рекомендуется использовать для эффективной практики оценки затрат [6]. Это доступ к надежным, подробным входным данным, соответствующее сочетание эффективных инструментов, методов и модели для выполнения оценки, последовательность этапов программы и ее возможные способы реализации⁵. Опытный специалист с достаточным знанием и опытом бюджетирования в космической сфере может привести и оценить все элементы вместе. Если какая-либо отдельная часть цепочки процессов отсутствует или не поддается оценке, то оценка затрат в целом вряд ли будет полноценной.

Каждый проект разбивается на составляющие и организационные компоненты. Поэтому на разных этапах проекта составляют отдельные сметы расходов на разработку и изготовление как аппаратного, так и программного обеспечения, эксплуатационных расходов, затрат жизненного цикла, затрат на управление и организацию.

По мере того, как затраты на выведение КА на орбиту уменьшаются (с появлением многоразовых КА), а количество коммерческих и государственных игроков на

³ LCC (Life Cycle Cost) – стоимость жизненного цикла, представляет собой сумму затрат, произведенных или планируемых на протяжении всего ЖЦ, от исследований по обоснованию разработки изделия до утилизации последнего экземпляра изделия за вычетом дохода от реализации вторичных материалов и составных частей, полученных в результате утилизации.

⁴ GAO-09-3SP, GAO Cost estimating and assessment guide; best practices for developing and managing capital program costs. URL: <https://www.gao.gov/assets/gao-09-3sp.pdf>

⁵ 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 25–29 October 2021. URL: <https://iac2021.org/>

космическом рынке увеличивается, зависимость населения мира от коммерческих космических услуг будет расти, создавая спрос на дополнительные космические услуги. Уже и армия, и пожарные, и строители, и логисты, и бизнес, и правительства зависят от информации со спутников.

Примером данной бизнес-модели может служить новое направление спутниковой связи – Satellite-to-Cell, которое предполагает прямую связь сотовых телефонов с группировкой низкоорбитальных спутников без использования наземной инфраструктуры (вышек-ретрансляторов). Низкоорбитальные спутники дают малую задержку сигнала по времени и достаточный уровень мощности сигнала для работы с обычными смартфонами. Таким образом разработчики космического сегмента получают прямой выход на конечных потребителей связи, то есть весьма большую платежеспособную аудиторию. С развитием технологий 5G и интернета вещей (IoT) в число пользователей добавится еще больше абонентов⁶.

Интенсификация работ по освоению Луны усиливает необходимость перемещения, ремонта и создания новой космической инфраструктуры на орбите и расширения присутствия человека за пределами орбит Земли, в окололунном пространстве и на поверхности Луны, Марса.

За последнее время было много примеров успешных миссий по обслуживанию спутников. Такие миссии создают базу для текущей среды. Исследователи сюда включают миссии, финансируемые и контролируемые государством, которые обладают расширенными операционными возможностями, начиная от таких ранних миссий, как система маневрирования (Special Purpose Dexterous Manipulator, SPDM)⁷ и обслуживания телескопа «Хаббл»⁸. Впечатляют миссии, а также демонстрации технологий, такие как инженерно-испытательный ETS-VII⁹, проекты Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA) и Orbital Express Advanced¹⁰. В 2020–2021 гг. американская фирма Northrop Grumman успешно реализовала миссии роботизированного обслуживания и продления срока существования геостационарных спутников MEV-1 и MEV-2 и готовит миссию MRV к запуску в 2024 г. В НАСА готовится миссия по обслуживанию космических аппаратов OSAM-1.

⁶ Satellite-to-Cell Partnerships, Tech, and Regulatory Issues Take Center Stage.

URL: <https://interactive.satellitetoday.com/via/satellite-2023-show-daily-day-1/satellite-to-cell-partnerships-tech-and-regulatory-issues-take-center-stage/>; Via Satellite | The Coming Era of Satellite Direct-to-Handset Connectivity. URL: <https://accesspartnership.com/the-coming-era-of-satellite-direct-to-handset-connectivity/>

⁷ Двухрукий манипулятор, являющийся частью мобильной обслуживающей системы «Канадарм2» на Международной космической станции.

⁸ Космический телескоп «Хаббл» – автоматическая обсерватория (телескоп) на орбите вокруг Земли.

⁹ Спутник, разработанный для освоения базовых технологий стыковки и космической робототехники, которые необходимы для будущей космической деятельности.

¹⁰ Орбитальный экспресс был космической миссией, управляемой американским Агентством перспективных исследовательских проектов Министерства обороны (DARPA) и группой инженеров NASA. Программа Orbital Express была направлена на разработку безопасного и экономичного подхода к автономному обслуживанию спутников на орбите. Система состояла из двух космических аппаратов: обслуживающего спутника ASTRO и прототипа модульного обслуживаемого спутника нового поколения.

Аналогичные миссии реализованы в Европейском космическом агентстве (Elsa-D, 2021) и в КНР (Шицзянь-21, 2022).

Выводы

Предыдущие успехи в спутниковом обслуживании дали ключевые технологические достижения, которые промышленность может использовать для создания коммерчески жизнеспособной системы космических услуг [7, 8].

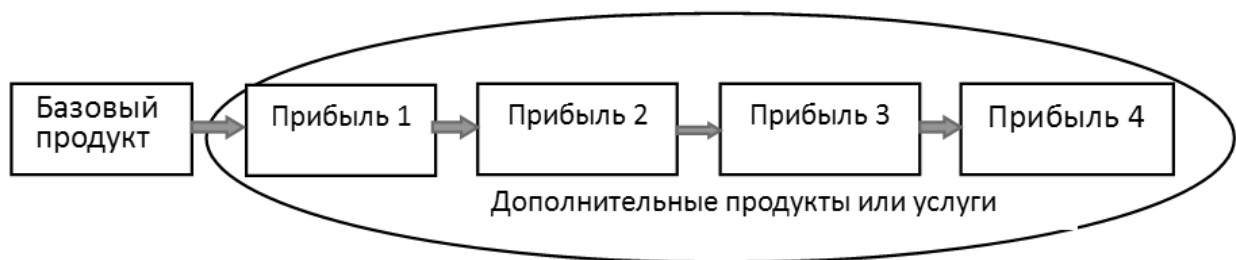
Нынешняя тенденция в обслуживании состоит в том, чтобы не делать одноразовые миссии или разработки технологий, а стремиться к реализации коммерческого сектора обслуживания. Несколько компаний по всему миру занимаются разработкой уникальных технологий для создания новых жизнеспособных ООС. Поэтому необходимы и новые подходы к оценке и управлению периферийными услугами первого и второго плана.

Рисунок 1

Модель прибыли, возможная для применения на космическом рынке

Figure 1

Profit model possible for use in the space market



Источник: [1]

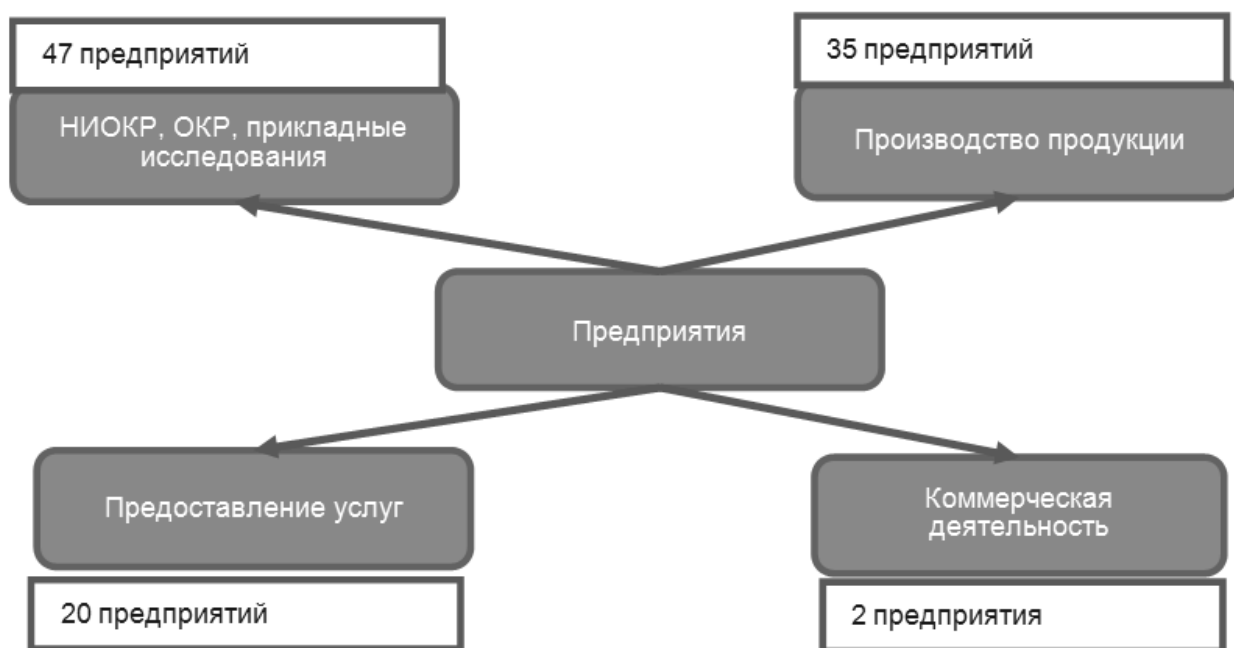
Source: [1]

Рисунок 2

Кластеризация предприятий ГК «Роскосмос»

Figure 2

Clustering of enterprises of the State Space Corporation Roscosmos



Источник: Организации Госкорпорации. URL: <https://www.roscosmos.ru/24028/>

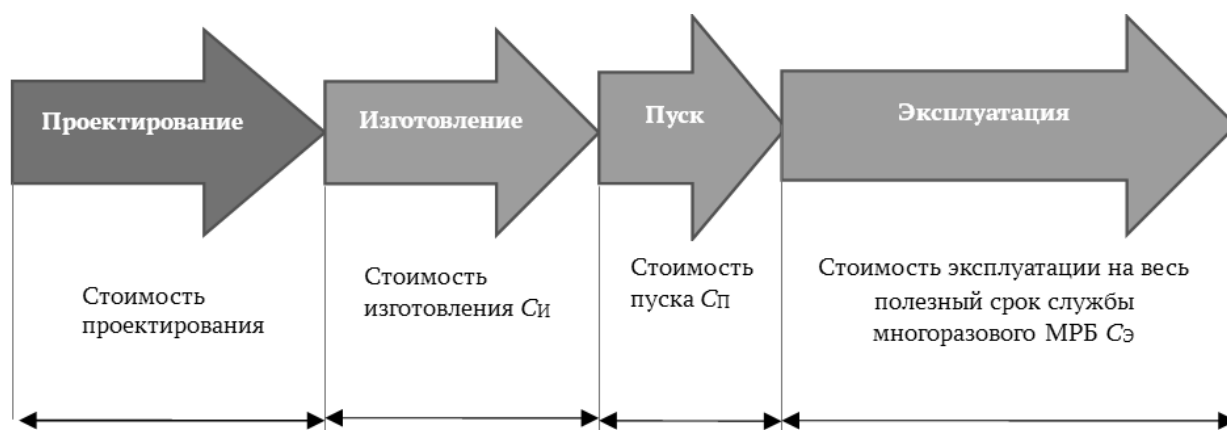
Source: Organizations of the State Corporation. URL: <https://www.roscosmos.ru/24028/>

Рисунок 3

Этапы проектирования, изготовления и эксплуатации малого разгонного блока

Figure 3

Stages of design, manufacture and operation of a small upper stage



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Сливотски А., Моррисон Д., Андельман Б. Законы большой прибыли. М.: Эксмо, 2017. 400 с.
2. Trivailo O., Sippel M., Şekercioğlu Y.A. Review of Hardware Cost Estimation Methods, Models and Tools Applied to Early Phases of Space Mission Planning. *Progress in Aerospace Sciences*, 2012, vol. 53, pp. 1–17. URL: <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2012.02.001>
3. Curran R., Raghunathan S., Price M. Review of Aerospace Engineering Cost Modelling: The Genetic Causal Approach. *Progress in Aerospace Sciences*, 2004, vol. 40, iss. 8, pp. 487–534. URL: <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2004.10.001>
4. Roy R. Cost Engineering: Why, What and How? UK, Cranfield University, 2003. URL: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/handle/1826/64/cost%20engineering%20why%20what%20and%20how.pdf?sequence=1>
5. Humphreys K., Wellman P. Basic Cost Engineering. New York, Marcel Dekker Inc., 1996, 360 p.
6. Meisl C.J. Techniques for Cost Estimating in Early Program Phases. *Engineering Costs and Production Economics*, 1988, vol. 14, iss. 2, pp. 95–106. URL: [https://doi.org/10.1016/0167-188X\(90\)90112-U](https://doi.org/10.1016/0167-188X(90)90112-U)
7. Рыжикова Т.Н., Старожук Е.А., Шаповалов А.В., Щеглов Г.А. Анализ эффективности периферийных пусковых услуг выведения полезных нагрузок малым разгонным блоком «БОТ» // Экономика космоса. 2022. № 1. С. 46–56. URL: <https://agat-roscosmos.ru/upload/iblock/127/1277437cb941a263516986787a78c814.pdf>
8. Шаповалов А.В., Щеглов Г.А. Синтез рациональной компоновки малого разгонного блока на газообразных компонентах топлива // Вестник Московского авиационного института. 2023. Т. 30. № 2. С. 70–77. URL: <https://vestnikmai.ru/publications.php?ID=174935>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

CREATING A COMMERCIAL SEGMENT OF SPACE SERVICES: TASKS, CONDITIONS, ECONOMY

Tamara N. RYZHIKOVA ^{a,*},

Georgii A. SHCHEGLOV ^b,

Anatolii V. SHAPOVALOV ^c

^a Bauman Moscow State Technical University (Bauman MSTU),
Moscow, Russian Federation
tnr411@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2762-0547>

^b Bauman Moscow State Technical University (Bauman MSTU),
Moscow, Russian Federation
shcheglov_ga@bmstu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0129-0439>

^c Bauman Moscow State Technical University (Bauman MSTU),
Moscow, Russian Federation
shapovalovav@bmstu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0277-2218>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 424/2023
Received 4 Sept 2023
Received in revised form
13 September 2023
Accepted 27 Sept 2023
Available online
30 October 2023

JEL classification: D81,
G32, M11, M21, M49

Keywords: commercial
space services, orbital
service, regulation

Abstract

Subject. The article investigates the process of formation of the commercial space services market.

Objectives. The requirement to develop the commercial segment of space services is driven by the emergence of new space technologies, the need for deep space exploration and attraction of funds from private investors.

Methods. We employ the consistent comparative analysis of space technologies, which serve as a necessary basis for the research. The tools to analyze costs and pricing processes for the services offered are based on an in-depth analysis of various approaches used in the space economy. It also enables to visualize the results of the data obtained.

Results. Justification of ways to increase revenues from the sale of space services is associated with an increase in the life cycle of spacecraft, during which they and provided services will be in demand by a wide range of solvent consumers. The paper considers practical and theoretical knowledge of the problem, offers an approach to ensure the consistency of the process of evaluating and analyzing the prospects for diversification of production at a machine-building enterprise. The latter is a final commercial segment, with which the main trends in the development of space technologies are associated.

Conclusions. In-orbit services can be divided into two groups, i.e. with short and prolonged life cycle. The costs of such services may or may not take into account the costs of manufacturing and launching, depending on the life cycle of spacecraft.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2023

Please cite this article as: Ryzhikova T.N., Shcheglov G.A., Shapovalov A.V. Creating a Commercial Segment of Space Services: Tasks, Conditions, Economy. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2023, vol. 22, iss. 10, pp. 1850–1863.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.10.1850>

References

1. Slywotzky A., Morrison D., Andelman B. *Zakony bol'shoi pribyli* [The Profit Zone: How Strategic Business Design Will Lead You to Tomorrow's Profits]. Moscow, Eksmo Publ., 2017, 400 p.
2. Trivailo O., Sippel M., Şekercioğlu Y.A. Review of hardware cost estimation methods, models and tools applied to early phases of space mission planning. *Progress in Aerospace Sciences*, 2012, vol. 53, pp. 1–17.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2012.02.001>
3. Curran R., Raghunathan S., Price M. Review of Aerospace Engineering Cost Modelling: The Genetic Causal Approach. *Progress in Aerospace Sciences*, 2004, vol. 40, iss. 8, pp. 487–534. URL: <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2004.10.001>
4. Roy R. Cost Engineering: Why, What and How? UK, Cranfield University, 2003.
URL: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/handle/1826/64/cost%20engineering%20why%20what%20and%20how.pdf?sequence=1>
5. Humphreys K., Wellman P. Basic Cost Engineering. New York, Marcel Dekker Inc., 1996, 360 p.
6. Meisl C.J. Techniques for Cost Estimating in Early Program Phases. *Engineering Costs and Production Economics*, 1988, vol. 14, iss. 2, pp. 95–106.
URL: [https://doi.org/10.1016/0167-188X\(90\)90112-U](https://doi.org/10.1016/0167-188X(90)90112-U)
7. Ryzhikova T.N., Starozhuk E.A., Shapovalov A.V., Shcheglov G.A. [Efficiency analysis of peripheral launch services using "BOT" small upper stage]. *Ekonomika Kosmosa*, 2022, no. 1, pp. 46–56. URL: <https://agat-roscosmos.ru/upload/iblock/127/1277437cb941a263516986787a78c814.pdf> (In Russ.)
8. Shapovalov A.V., Shcheglov G.A. [Rational layout synthesis of the upper stage running on gaseous components]. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta = Aerospace MAI Journal*, 2023, vol. 30, no. 2, pp. 70–77.
URL: <https://vestnikmai.ru/publications.php?ID=174935> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.