

ЭКОНОМИКА КОСМОСА

номер 1(1)
2022



АГАТМ.

ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ



3

Мотивационное ценообразование

Иванова М.Ю.,
Казаков И.С.,
Мирошкина Н.А.,
Фомина Н.А.

УПРАВЛЕНИЕ



8

Методология проектного управления в отечественной ракетно-космической отрасли

Жуков С.В., Мироничев В.А., Хоханов М.А.

13

Регламентация бизнес-процессов как механизм повышения эффективности хозяйственной деятельности хозяйствующих субъектов

Логвинова Ю.М., Федорин Л.Э.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ



20

Интеллектуальная собственность и зачем она нужна

Горбановский Н.Г.,
Гращенкова А.Я.

Дорогие читатели и авторы!

Вы держите в руках первый номер журнала «Экономика космоса». В следующем году АО «Организация «Агат» 50 лет, и мы решили восстановить традицию издавать отраслевой экономический журнал, который раньше назывался «Экономика, планирование, управление» и выпускался с 1975 года, почти с самого основания нашей компании. В последующих номерах мы будем повторять и комментировать некоторые «старые» статьи, которые до настоящего времени не потеряли своей актуальности, т.к. вопросы организации производства, ценообразования, экономической эффективности, межведомственной кооперации, автоматизации процессов и др. важны вне зависимости от типа экономического уклада.

Фото на обложке: Пуск ракеты-носителя легкого класса «Ангара-1.2» с космическим аппаратом в интересах Минобороны России с космодрома Плесецк 29 апреля 2022 года. Фотография предоставлена пресс-службой Госкорпорации «Роскосмос».



ПЛАНИРОВАНИЕ



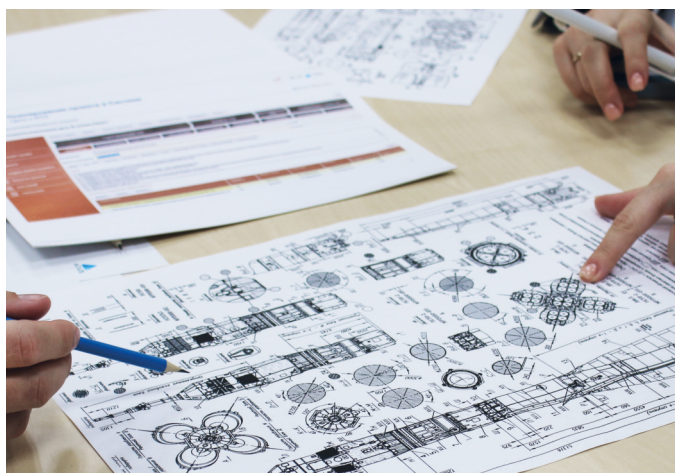
24

К вопросу об адаптации методов программно-целевого планирования научно-технических программ союзного государства в области космической деятельности к информационной интерактивной среде
Макаров Н.Ю.,
Макаров Ю.Н.,
Новикова А.И.,
Сержантов Т.М.

31

О направлениях повышения точности технико-экономических оценок на начальных этапах реализации космических проектов
Емелин А.А.,
Казинский Н.В.,
Макаров Ю.Н.,
Сержантов Т.М.

АНАЛИТИКА



40

Экономические аспекты перехода к многократным средствам выведения
Дощанова Д.Р., Пшеничников И.В., Смирнов Д.П.

46

Анализ эффективности периферийных пусковых услуг выведения полезных нагрузок малым разгонным блоком «БОТ»
Рыжикова Т.Н., Старожук Е.А., Шаповалов А.В.,
Щеглов Г.А.

ОТРАСЛЬ



57

Цифровое моделирование и имитирование систем аэрокосмического производства с целью управления операционной эффективностью
Кабанов А.А.,
Мохов М.Ю.,
Федоров И.А.

69

О некоторых актуальных задачах экономики и управления в ракетно-космической отрасли
Орлов А.И.

80

Правила оформления статей для журнала «Экономика космоса»

Дорогие читатели и авторы!

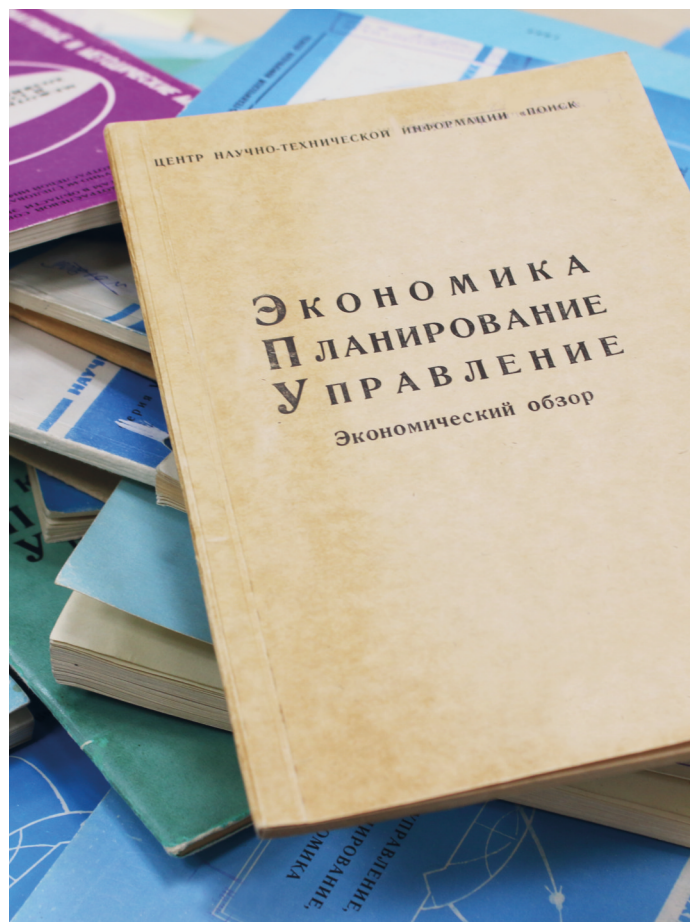
Вы держите в руках первый номер журнала «Экономика космоса». В следующем году АО «Организация «Агат» 50 лет, и мы решили восстановить традицию издавать отраслевой экономический журнал, который раньше назывался «Экономика, планирование, управление» и выпускался с 1975 года, почти с самого основания нашей компании.

В последующих номерах мы будем повторять и комментировать некоторые «старые» статьи, которые до настоящего времени не потеряли своей актуальности, т.к. вопросы организации производства, ценообразования, экономической эффективности, межведомственной кооперации, автоматизации процессов и др. важны вне зависимости от типа экономического уклада.

Вполне естественно, что отраслевой экономический журнал издается в АО «Организация «Агат» – головной научно-исследовательской организации ракетно-космической отрасли в области экономики. Наша производственная деятельность полностью коррелирует с тематикой журнала, что стирает барьер между чисто научными изысканиями и реальным внедрением идей на практике.

Мы очень рассчитываем, что «Экономика космоса» станет площадкой, на которой молодые и опытные ученые высшей школы, инженеры и управленцы космической отрасли смогут объединиться для развития отечественной космонавтики. Даже в статьях первого номера виден разный взгляд авторов высшей школы и отрасли на проблематику ракетно-космической отрасли. Сократить этот разрыв, совместно определить наиболее востребованные области исследований поможет диалог, в том числе диалог на страницах нашего журнала.

Также кажется важным отметить, что журнал – это первый шаг АО «Организация «Агат» на пути возрождения отраслевой экономической научной школы.



Генеральный директор АО «Организация «Агат»,
главный редактор
КАЗИНСКИЙ НИКИТА

УДК 629.7:338.5

Мотивационное ценообразование

Motivational pricing

Статья рассматривает механизмы мотивационного ценообразования, применяемые при формировании цен на продукцию ракетно-космической отрасли с 2018 года, которые могут быть использованы при сокращении издержек и снижении её стоимости.

The article considers the motivational pricing mechanisms used in the formation of prices for products of the rocket and space industry since 2018, which can be used to reduce costs and reduce its cost.

Ключевые слова: космическая отрасль, цена, «издержки плюс», индексация, индексы цен, экономические показатели, ракетно-космическая промышленность (РКП)

Keywords: space industry, pricing, cost plus, indexing, price indices, economic indicators, rocket space industry

**ИВАНОВА МАРИНА ЮРЬЕВНА**

Заместитель генерального директора по ценообразованию РКП, АО «Организация «Агат»

IVANOVA MARINA

Deputy CEO for Pricing of rocket and space technology, JSC "Organization "Agat"

**КАЗАКОВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ**

Заместитель начальника департамента по методологии ценообразования РКП, АО «Организация «Агат»

KAZAKOV IVAN

Deputy Head of Department for Pricing Methodology of rocket and space technology, JSC "Organization "Agat"

**МИРОШКИНА
НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА**

Заместитель директора департамента ценообразования, Госкорпорация «Роскосмос»

**MIROSHKINA
NATALIA**

Deputy Director of Pricing Department, State Space Corporation "Roscosmos"



ФОМИНОВА
НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА
и.о. заместителя генерального директора
по экономике и организационному
развитию, АО «СС «Гонец»

FOMINOVA
NATALIA
Acting Deputy CEO for Economics and Organizational
Development, JSC "SS GONETS"

Введение

Усиливающаяся конкуренция на мировом рынке космических услуг требует актуализации подходов к ценообразованию на ракетно-космическую технику, в том числе поставляемую по государственному оборонному заказу, в целях снижения цен на неё. В этой связи с 2018 года нормативными правовыми актами и иными документами в сфере ценообразования предусмотрены новшества, касающиеся применения принципов стимулирующего ценообразования и повышения эффективности деятельности организаций, поставляющих продукцию по государственному оборонному заказу, за счет роста производительности труда, снижения материалоемкости, энергоемкости, оптимизации производственного процесса и т.д. с сохранением сэкономленных средств у организаций для их последующего направления на развитие производства.

Учёт этих принципов в отрасли организован путём использования при формировании цен мотивационной модели ценообразования – модели формирования цены на продукцию, предусматривающей расчёт цены в целом, либо отдельных затрат в составе цены на последующий заранее установленный промежуток времени на основе значений, зафиксированных на определённую дату, изменение которых в течение этого промежутка времени не допускается (либо допускается в пределах определённых законодательством индексов цен).

Нормативно-правовое регулирование мотивационной модели на федеральном уровне в настоящее время осуществляется Положением о государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 02.12.2017 № 1465 [1].

Такая модель позволяет организациям получить дополнительную прибыль за счёт сокращения издержек производства, а также сократить трудозатраты при формировании цен.

В настоящее время при формировании цен на продукцию, поставляемую по заказам Госкорпорации «Роскосмос», используются следующие виды мотивационной модели ценообразования:

1) определение базовой цены и последующее применение к цене в целом индексов в соответствии с определёнными правилами («индексный подход»).

Суть индексного подхода заключается в первоначальном расчёте базовой цены продукции с использованием затратного метода. Затем в случае отсутствия существенных изменений условий поставки продукции эта цена индексируется на соответствующий индекс цен из состава прогноза социально-экономического развития Российской Федерации в течение 5 лет. Далее цена шестого года принимается равной цене пятого года и в дальнейшем пятилетний цикл индексации повторяется.

Под существенными изменениями условий поставки продукции понимаются обстоятельства, при наступлении которых происходит изменение себестоимости продукции в текущем году по сравнению с себестоимостью в базовом году более чем на 5 процентов и при этом плановая рентабельность (прибыль) в случае увеличения в текущем году себестоимости продукции снижается до уровня ниже минимального уровня, установленного законодательством, в том числе:

- изменение требований к поставляемой продукции государственным заказчиком (заказчиком), в том числе внесение изменений в конструкторскую и (или) техническую документацию;
- изменение ежегодного объема поставки продукции;

- принятие федеральных законов и (или) иных нормативных правовых актов и др.

Применение индексного подхода допустимо в отношении серийных изделий с устоявшимся технологическим процессом изготовления и относительно постоянным объемом поставок, по которым имеет смысл расчёт единой базовой цены и её удержание (с учётом инфляции) как минимум на среднесрочный период.

Применение такого подхода содержит выгоду для обеих сторон:

- государственному заказчику выгоден рост цен на продукцию в размере в среднем медленнее инфляции;
- исполнителям гарантируется, что экономия от повышения эффективности производства за счет снижения издержек не будет изъята при формировании цены в будущем.

Применение «индексного подхода» при формировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, до июня 2022 года было предусмотрено Положением о государственном регулировании цен [1]. Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2022 г. № 935 [2] норма отменена. В соответствии с данным постановлением «для текущего года, в котором осуществляется определение цены единицы продукции для будущих периодов (календарных лет), и календарных лет, следующих за текущим годом, используются прогнозные значения указанных индексов» вне зависимости от количества лет, на которые планируется поставка продукции.

Вместе с тем, значение цены шестого года поставки вследствие инфляционных процессов в подавляющем большинстве случаев превышает значение цены пятого года поставки, поэтому формирование цены шестого года поставки без учёта индекса не является завышением цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу. Таким образом, в целях сокращения издержек возможность применения «индексного подхода» и установления цены контракта с учётом указанного подхода при согласии сторон контракта сохраняется.

Применение индексов цен при формировании цен на эту продукцию в настоящее время регламентировано Порядком применения индексов цен и индексов-дефляторов по видам экономической деятельности, а также иных показателей в составе прогноза социально-

экономического развития Российской Федерации при формировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, утвержденным приказом Минэкономразвития России от 01.04.2020 № 190 [3].

Данный подход применяется при заключении государственных контрактов на предприятиях РКП, таких как АО «РКЦ «Прогресс», АО «НПО им. С.А. Лавочкина».

2) определение значений базовых экономических показателей (стоимость единицы труда (нормо-часа, человеко-месяца), уровень дополнительной заработной платы, уровни общепроизводственных и общехозяйственных затрат (административно-управленческих расходов)), их фиксация в условиях заключаемого государственного контракта (контракта) на поставку продукции, заключаемого по ориентировочной (уточняемой) цене на продукцию либо цене на продукцию, возмещающей издержки, с дальнейшей невозможностью их изменения при переводе цены продукции в фиксированную («фиксация базовых экономических показателей»).

На отраслевом уровне по решению Генерального директора Госкорпорации «Роскосмос» в настоящее время проводятся мероприятия по применению механизма фиксации базовых экономических показателей при формировании цен государственных контрактов (контрактов), заключаемых с единственными поставщиками, на поставку продукции по ориентировочной (уточняемой) цене на продукцию либо цене на продукцию, возмещающей издержки.

При заключении таких государственных контрактов (контрактов) в их текст включается условие о неизменности плановых величин стоимости единицы труда (нормо-часа, человеко-месяца), уровня дополнительной заработной платы, уровней общепроизводственных и общехозяйственных затрат (административно-управленческих расходов), предусмотренных в цене государственного контракта (контракта).

Выгода такого подхода для исполнителей государственных контрактов (контрактов) заключается в том, что, управляя процессом обеспечения производства на предприятии в целом (в том числе проводя мероприятия по снижению уровня общепроизводственных и общехозяйственных затрат (административно-управленческих расходов), относимых на себестоимость продукции пропорционально заработной плате), можно достичь

такой же экономии, как при индексном подходе, которая также не будет изъята заказчиком при приёмке продукции и может быть направлена на развитие предприятия.

Данный подход применяется при заключении государственных контрактов на предприятиях РКП, таких как ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», ПАО «РКК «Энергия».

3) фиксация отдельных затрат (статей калькуляции), величины которых известны заранее и которыми может управлять организация, с дальнейшей невозможностью их изменения при переводе цены продукции в фиксированную («фиксация затрат»). При таком подходе пересчёту при переводе цены подлежат только затраты, величины которых не могут быть точно определены при формировании ориентировочной (уточняемой) цены на продукцию и организация не имеет возможности управления ими.

Такая модель стимулирует организации к снижению издержек при создании и производстве продукции (как в целом, так и в части отдельных прямых и косвенных расходов) и своевременному принятию управленческих решений по повышению эффективности производства по аналогии с механизмом фиксации базовых экономических показателей. При этом перечень управляемых затрат не ограничивается затратами, относящимися к деятельности предприятия в целом – возможно снижение затрат за счёт повышения эффективности управления закупками материальных ресурсов, производительности труда, работы с контрагентами и др.

На отраслевом уровне по решению управляющих органов Госкорпорации «Роскосмос» организациям-исполнителям государственных контрактов были направлены письма о рассмотрении возможности применения механизма фиксации затрат в составе цен опытно-конструкторских работ, в том числе о заключении соответствующих дополнительных соглашений к уже заключенным государственным контрактам.

На сегодняшний день предлагаемый механизм ещё не получил широкого распространения в отрасли. Он был применен при заключении государственного контракта с АО «СС «Гонец» на оказание услуг «Поддержание в технической и эксплуатационной готовности наземного комплекса обеспечения ретрансляции многофункциональной космической системы ретрансляции «Луч» в 2021-2023 годах».

При переводе ориентировочной (уточняемой)

с установлением предельного значения цены этих услуг в фиксированную цену величины затрат по всем статьям калькуляции, кроме статьи «Прочие прямые затраты», будут приниматься равными их величинам, принятым при заключении государственного контракта, без учета фактически сложившихся показателей. Таким образом, за счет снижения издержек по статьям затрат, кроме статьи затрат «Прочие прямые затраты» (например, за счёт снижения величин фактической трудоёмкости или косвенных расходов по отношению к их плановым значениям), АО «СС «Гонец» может получить экономию в рамках контракта, направив дополнительную прибыль на реализацию дальнейших мероприятий по сокращению издержек.

Однако, в будущем предприятие может столкнуться с проблемой обоснования плановых цен контрактов, используя в качестве аналога «сниженные» статьи затрат и трудоемкость, полученные в результате сокращения издержек.

Таким образом, механизм формирования цен с учётом снижения фактических затрат (трудоёмкости) и иной экономии, достигнутой при выполнении работ путём использования мотивационной модели, при выборе этих работ в качестве аналогов не определен, требует анализа и дальнейшей проработки.

Заключение

Вопросы мотивационного ценообразования в настоящее время системно не закреплены законодательством и нормативными актами. Кроме того, вследствие различных факторов, в том числе удорожания комплектующих изделий, ограничения на импорт и необходимости дополнительных издержек на импортозамещение, не наблюдается интереса к данному вопросу и со стороны организаций. В целях сокращения издержек при производстве продукции по государственному оборонному заказу требуется дальнейшая проработка этих вопросов на федеральном уровне.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2017 г. № 1465 «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».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2022 г. № 935 «О внесении изменений в Положение о государственном регулировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу».
3. Приказ Минэкономразвития России от 1 апреля 2020 г. № 190 «Об утверждении Порядка применения индексов цен и индексов-дефляторов по видам экономической деятельности, а также иных показателей в составе прогноза социально-экономического развития Российской Федерации при формировании цен на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу».

List of literature

1. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 1465 of December 2, 2017 "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".
2. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 935 of May 21, 2022 "On Amendments to the Regulation on State Regulation of Prices for Products Supplied under the State Defense Order".
3. Order No. 190 of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation dated April 1, 2020 "On Approval of the Procedure for the Use of Price Indices and Deflator Indices by Type of Economic Activity, as well as Other Indicators as Part of the forecast of socio-economic development of the Russian Federation in the formation of prices for products supplied under the state defense Order".

УДК 629.7:34.892

Методология проектного управления в отечественной ракетно-космической отрасли

Project management methodology in the domestic rocket and space industry

В статье затронут вопрос необходимости применения инновационных методов и инструментов менеджмента при разработке высокотехнологичной наукоемкой продукции. Системой менеджмента, обеспечивающей современные потребности бизнеса, автором статьи было определено проектное управление. Статья будет полезна в первую очередь для руководителей, осуществляющих оперативный менеджмент – начальники департаментов и отделов, главные и ведущие конструктора, специалисты, осуществляющие взаимодействие в рамках НИОКР как между подразделениями, так и между организациями. Автор знакомит читателей с основными подходами в управлении проектами (водопадная модель, гибкие и гибридные подходы), также кратко освещены наиболее распространённые в мире стандарты управления проектами.

The article touches upon the issue of the use of innovative management methods and tools in the development of rocket space technology. The authors of the article defined project management as a system that meets the needs of business. The authors present the main approaches in project management, as well as highlight the widespread global standards of project management. The problem of the lack of a unified methodology of project management in the domestic rocket and space industry, as well as the need for its development and implementation, is outlined. It is noted that a sign of the introduction of project management in the rocket and space industry is the commissioning of an industrial project management system.

Ключевые слова: проектное управление, управление космическими проектами, методики управления проектами, модели реализации проектов, методология проектного управления, инновационный менеджмент, водопадная модель управления проектами, гибкая модель управления проектами.

Keywords: project management, space project management, project management techniques, project implementation models, project management methodology, innovation management, waterfall project management model, flexible project management model.



ЖУКОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

Начальник отдела управления проектами
и методологии, АО «Организация «Агат»

ZHUKOV SERGEY

Head of Project Management and Methodology Department
JSC "Organization "Agat"



**МИРОНИЧЕВ
ВИТАЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ**

Начальник отдела космических систем
дистанционного зондирования Земли,
Госкорпорация «Роскосмос»

**MIRONICHEV
VITALIY**

Head of Department of Space Systems for Remote Sensing of
the Earth, State Space Corporation "Roscosmos"



ХОХАНОВ МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ

Начальник департамента управления
проектами, АО «Организация «Агат»

KNOKHANOV MIKHAIL

Head of Project Management Department
JSC "Organization "Agat"

Введение

Процесс создания высокотехнологичной наукоемкой продукции связан с постоянным поиском и внедрением не только нестандартных технических, но и управленческих решений. А постоянно обостряющаяся конкуренция на данном рынке требует применения инновационных методов и инструментов менеджмента на системной основе.

На сегодняшний день наиболее соответствуют потребностям бизнеса, создающего высокотехнологичную наукоемкую технику, принципы и методики проектного управления, которые обеспечивают научно-обоснованное системное управление процессами создания и вывода на рынок продукции.

Концепция проектного управления базируется на понятии «проект». Под данным термином понимается вся скоординированная и контролируемая деятельность, предпринятая для создания уникального продукта или услуги в соответствии с действующими ограничениями по времени и ресурсам, а также заданными требованиями к результату.

Методологию проектного управления в целом следует рассматривать как документированное описание совокупности методов и инструментов планирования, реализации и контроля проектов с практическим применением инновационных технологий.

Наибольшее распространение в мире получили следующие стандарты управления проектами:

- ICB IPMA (International Competence Baseline International Project Management Association) – был разработан международной ассоциацией управления проектами (IPMA), расположенной в Швейцарии на основе европейских практик управления проектами. Стандарт строится на компетентностной модели управления проектами, то есть он описывает требования к компетентности специалистов по управлению проектами и не содержит конкретных методик, описания процессов и инструментов проектного управления. Стандарт получил наибольшее распространение в Европе. Фактически в России управление проектами преимущественно строится также на компетентностной модели, поэтому существующая с 1990 г. в России



Рис. 1. Пример этапов проекта, реализуемого по каскадной модели

Ассоциация управления проектами «СОВНЕТ» является членом IPMA. [1]

- PRINCE2(Projects IN Controlled Environments) – представляет собой метод управления проектами, основанный на подходе с четко структурированными процессами и упорядоченными этапами. PRINCE2 задает рамки выполняемым в проекте процессам, что позволяет организовать и контролировать реализацию проекта. Стандарт де-факто используется правительством Великобритании. [2]

- P2M (Project and Program Management for Enterprise Innovation) – японский стандарт концентрируется на создании ценности, при этом обеспечивая взаимную увязку всех имеющихся проектов между собой. Фокус направлен на продукт, создание которого должно соответствовать миссии компании. Это методология, в которой японские культурные ценности были интегрированы в современное управление. Стандарт наиболее распространён в Японии. [3]

- ISO 21500:2012 "Guidance on project management" (International Standards Organization) – стандарт, разработанный на основе PMBoK, и концептуально описывает процессы управления проектами с целью внедрения процессов и передовых практик для повышения эффективности управления проектами. Хотя стандарт описывает важные концепции и процессы управления проектами, он не дает подробных указаний, а общие темы управления ограничиваются соответствующими аспектами управления проектами. Стандарт является международным, на основе которого

разработан идентичный российский национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 21500-2014 Руководство по проектному менеджменту. [4]

- Национальные требования к компетентности (НТК) – стандарты компетенции для управления проектами. Стандарт разработан Российской ассоциацией управления проектами (СОВНЕТ) и гармонизирован с требованиями IPMA. Как отмечено ранее, культурная особенность управления проектами в России строится на компетентностной модели, что и было отражено в стандарте. Имеет наибольшее распространение в России. [5]

В дополнение к вышеописанным стандартам нельзя не отметить PMBoK (Project Management Body of Knowledge) – свод знаний по управлению проектами, разработанный в Институте проектного менеджмента (Project Management Institute, PMI), США. Представляет собой максимально полное изложение знаний по управлению проектами. В нем дан и описан понятийный аппарат, а также структурировано и исчерпывающе описаны процессы проектной деятельности. Стандарт считается наиболее распространённым как во всем мире, так и в США в частности. [6]

В описанных выше стандартах обобщены и систематизированы знания в области управления проектами, однако рассматривать их в качестве практического руководства не стоит. Вне зависимости от выбранного за основу стандарта его необходимо адаптировать под специфику бизнес-среды и реализуемых проектов.

В зависимости от типа создаваемой продукции



Рис. 2. Пример этапов проекта, реализуемого по гибкой модели

используются две основные модели реализации проектов: каскадная модель или «водопад» (с англ.: «Waterfall Model») и гибкая (с англ.: «Agile»).

Характерным признаком проектов, реализуемых по каскадной модели, является последовательная реализация этапов, при этом к последующему этапу не приступают пока текущий этап не будет полностью завершен и принят заказчиком проекта (см. рис. 1). Как правило, в конце этапа проект проходит так называемые «ворота качества» (с англ.: «Quality Gate»), в рамках которых результат этапа подвергается оценке на соответствие определенному перечню требований.

Как правило, по каскадной модели реализуются сложные наукоемкие технические проекты, имеющие высокую продолжительность во времени, большое количество организаций-участников, высокий уровень технических рисков и неопределенности. К таким проектам, например, относятся проекты по созданию космических систем и комплексов.

Для гибких методологий характерен итерационный подход к разработке продуктов, выраженный в постепенном наращивании его функционала и повышении качества (см. рис. 2). То есть после каждой итерации до завершения проекта существует готовый к применению продукт, но с ограниченным функционалом. Данная методология широко применяется в коммерческих IT-проектах и при реализации краткосрочных инновационных start-up проектов, где скорость выхода продукта на рынок преобладает над его качеством и функционалом.

В последнее время в условиях высокой конкуренции и динамично меняющейся ситуации на рынке организации, разрабатывающие сложные технические продукты, применяют гибридные модели проектного управления, когда в целом проект реализуется по каскадной модели, но при реализации этапов применяются гибкие подходы, что позволяет своевременно реагировать на быстрые изменения внешней среды, а также на запросы рынка в отношении создаваемого продукта.

На мировой космической арене также обостряется конкуренция – увеличилось количество стран, способных самостоятельно создавать и запускать космические аппараты, появились частные космические компании. И борьба за потребителя является новым вызовом для отечественной ракетно-космической отрасли. Для того, чтобы составлять достойную конкуренцию зарубежным

аэрокосмическим компаниям уже недостаточно разрабатывать передовые технические решения, необходимо выходить с ними на рынок если не раньше всех, то в числе первых. Это возможно только применяя самые современные методики и инструменты управления, с предъявлением высочайших требований к четкости работы бизнес-процессов в отрасли.

В ракетно-космической отрасли в условиях непрерывной реализации множества научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию космических систем, космических комплексов и их составных частей проектно-ориентированное управление является изначально центральной концепцией. Однако стоит различать понятие «управление проектами» как деятельность по решению задач и достижению поставленных целей проекта, и понятие «проектное управление» как системный подход, направленный на эффективную организацию, реализацию и поддержку процессов управления проектами и использующий методические, организационные и информационные средства.

Процесс создания космических систем и космических комплексов гораздо шире, чем он описан в РК-11-КТ. Процессы системного инжиниринга необходимо увязать с требованиями законодательства и операционными процессами Госкорпорации «Роскосмос» и организаций отрасли. А самое главное – необходимо непрерывно держать все эти процессы в фокусе внимания для своевременного реагирования на возникающие проблемы. Для решения этой задачи в некоторых организациях ракетно-космической отрасли внедрены методики проектного управления разного уровня зрелости, однако для двусторонней «бесшовной» трассировки бизнес-процессов от заказчика в лице Госкорпорации «Роскосмос» к организациями отрасли, а также такого же «бесшовного» взаимодействия между организациями отрасли, необходимо внедрение единой отраслевой методики проектного управления.

Заключение

В заключение стоит отметить, важнейший шаг на пути к внедрению общепромышленной методологии проектного управления уже сделан – разработана отраслевая система управления проектами – ПТС ПЦП, которая в настоящий момент проходит этап ввода в промышленную эксплуатацию.

Список литературы

1. Требования IPMA к компетентности профессионалов в управлении проектами, программами и портфелями, версия 4.0, том 1 / перевод А.Исламовой, под. общ. ред. Н. Тимофеева, ©2019 Ассоциация специалистов и организаций в области управления проектами «СОВНЕТ», 2019 – 178 с.
2. BS 6079-1:2019 Project management. Principles and guidelines for the management of projects [Электронный ресурс] // bsigroup.com: информ.-справочный портал, 2022.
URL: <https://knowledge.bsigroup.com/products/project-management-principles-and-guidance-for-the-management-of-projects/standard> (дата обращения 20.07.2022).
3. P2M (Third Edition) A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation [Электронный ресурс] // cybersoken.com: информ.-справочный портал, URL: <http://www.cybersoken.com/portfolio/detail/p2m/> (дата обращения 20.07.2022).
4. ГОСТ Р ИСО 21500. Руководство по проектному менеджменту. М.: Стандартинформ, 2015. 46 с.
5. Компетентность профессионалов проектного менеджмента. Подготовка к международной сертификации IPMA/SOVNET по стандарту ICB 4: учебное пособие / авторск. колл.; под. общ. ред. Д. Г. Максина. – М.: «ОЧУ ДПО УКЦ «Проектная ПРАКТИКА», 2020 - 343 с.
6. Руководство к своду знаний по управлению проектом (Руководство PMBOK) (A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (Шестое издание) / Институт управления проектами [Электронный ресурс] biconsult.ru: информ.-справочный портал, URL: <https://biconsult.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf> (дата обращения 20.07.2022).

List of literature

1. PMA requirements for the competence of professionals in project management, programs and portfolios, version 4.0, volume 1 / translated by A.Islamova, under the general editorship of N. Timofeev, ©2019 Association of Specialists and Organizations in the field of Project management "SOVNET", 2019 – 178 p.
2. BS 6079-1:2019 Project management. Principles and guidelines for the management of projects [Electronic resource] // bsigroup.com : inform.-reference portal, 2022.
URL: <https://knowledge.bsigroup.com/products/project-management-principles-and-guidance-for-the-management-of-projects/standard> (accessed 20.07.2022).
3. P2M (Third Edition) A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation [Electronic resource] // cybersoken.com : inform.-reference portal, URL: <http://www.cybersoken.com/portfolio/detail/p2m/> (accessed 20.07.2022).
4. GOST R ISO 21500. Project Management Manual. Moscow: Standartinform, 2015. 46 p.
5. Competence of project management professionals. Preparation for international IPMA/SOVNET certification according to the ICB 4 standard: textbook / author. call.; under. general ed. D. G. Maksin. – M.: "OCH DPO UKTS "Project practice", 2020 - 343 p.
6. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (Sixth edition) / Project Management Institute [Electronic resource] biconsult.ru : inform.-reference portal, URL: <https://biconsult.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf> (accessed 20.07.2022).

УДК 629.7:330.13

Регламентация бизнес-процессов как механизм повышения эффективности хозяйственной деятельности хозяйствующих субъектов

Regulation of business processes as a mechanism for improving the efficiency of economic activity of economic entities

В статье анализируются требования к СМК, касающиеся процедуры управления документированной информацией. На основании результатов анализа показано наличие в составе СМК развитого инструментария решения насущной задачи управления деятельностью организации – регламентации основных бизнес-процессов ее деятельности.

The article analyzes the requirements for the QMS regarding the procedure for managing documented information. Based on the results of the analysis, it is shown that the QMS has developed tools for solving the urgent task of managing the organization's activities - the regulation of the main business processes of its activities.

Ключевые слова: бизнес-процесс, СМК, регламентация, ГОЗ, управление рисками, контрольные процедуры.

Keywords: business process, QMS, regulation, state defense order, risk management, control procedures.



ЛОГВИНОВА ЮЛИЯ МИХАЙЛОВНА

Руководитель направления системы менеджмента качества,
АО «Организация «Агат»

LOGVINOVA YULIA

Head of Quality Management System,
JSC "Organization "Agat"



ФЕДОРИН ЛЕОНИД ЭНГЕЛЬСОВИЧ

Главный эксперт направления системы менеджмента качества,
АО «Организация «Агат»

FEDORIN LEONID

Chief expert of the direction of Quality Management System,
JSC "Organization "Agat"

Введение

В процессе формализации внешних требований к деятельности организации и стабилизации условий ее функционирования руководство организации в конеч-

ном итоге приходит к осознанию необходимости регламентации основных бизнес-процессов ее деятельности, которая, как правило, осуществляется при внедрении в организации СМК [1] в соответствии

с требованиями стандартов серии ИСО 9000, государственных военных стандартов и отраслевых документов по стандартизации.

Решение о внедрении СМК «является стратегическим решением для организации, которое может помочь улучшить результаты ее деятельности и обеспечить прочную основу для инициатив, ориентированных на устойчивое развитие» [1] и принимается руководством организации либо в инициативном (добровольном) порядке, исходя из положений [2], либо с целью выполнения требований заказчика государственного оборонного заказа и иных государственных контрактов (контрактов, договоров), заключаемых организацией, и применимых законодательных и нормативных правовых актов, в том числе [3], [4], [5].

Традиции регламентации бизнес-процессов в организациях

В процессе управления деятельностью организации у руководителей разного уровня возникает потребность в регламентации сложившихся бизнес-процессов, как вспомогательных бизнес-процессов, так и бизнес-процессов основной деятельности организации. Под регламентацией понимается разработка и поддержание в актуальном состоянии документов – стандартов организации, положений, регламентов, инструкций и пр., необходимых для управления бизнес-процессами по решению руководства организации, или документов, наличие которых в организации является требованием действующего законодательства (далее – регламентирующие документы).

Отсутствие регламентирующих документов требует от руководителя постоянного «ручного» управления бизнес-процессом, поскольку на любом его этапе существует вероятность реализации риска срыва бизнес-процесса (недостижение намеченных результатов, несоблюдение сроков исполнения и пр.), обусловленного:

- неопределенностью «входов» бизнес-процесса и требований к ним,
- отсутствием закрепления обязанностей, ответственности и полномочий в отношении бизнес-процесса за конкретными исполнителями на всех его этапах,
- отсутствием у исполнителей единого понимания выполнения работ в рамках бизнес-процесса (зависимость от компетентности конкретного исполнителя),
- отсутствием «тайминга» бизнес-процесса,
- неопределенностью «выходов» бизнес-процесса

и требований к ним.

Условно к регламентирующим документам можно также отнести положения о подразделениях и должностные инструкции. Однако, описание функций подразделений (работников) и закрепление ответственности в этих документах часто является описанием отдельных этапов единого бизнес-процесса. Разрозненность описания единого бизнес-процесса в разных регламентирующих документах оказывает негативное влияние как на эффективное функционирование отдельного бизнес-процесса, так и организации в целом:

- отсутствует общесистемный подход при разработке регламентирующих документов (документы разрабатываются разными авторами),
- отсутствует регламентация отдельных этапов бизнес-процесса,
- отсутствует процедура передачи ответственности по завершении отдельного этапа от одного исполнителя другому,
- неопределенность последовательности и взаимодействия бизнес-процессов организации.

Наиболее широко распространена практика инициативной разработки и выпуска регламентирующих документов. Разработка документа, как правило, осуществляется подразделением, заинтересованном в его выпуске. При этом, для подразделения это не является основной работой и не всегда в штате подразделения есть специалисты, обладающие необходимыми для этого квалификацией и опытом; у разработчика документа может отсутствовать полная информация о законодательных и нормативных правовых актах, устанавливающих требования к бизнес-процессу, о существующих смежных бизнес-процессах и состоянии их регламентации. Необходимо также отметить, что разработчик документа заинтересован в минимизации закреплённой в регламентирующем документе ответственности своего подразделения за реализацию бизнес-процесса.

Исходя из вышеперечисленного, регламентирующий документ часто имеет существенные недостатки:

- не учтены все применимые к бизнес-процессу требования,
- документ оформляется по произвольной форме («у каждого разработчика своё видение прекрасного»),
- описанная процедура не учитывает особенностей процедур смежных бизнес-процессов и существующих с ними взаимосвязей,
- описанная процедура не всегда оптимальна.

Существующая практика привлечения к разработке регламентирующих документов консалтинговых организаций в расчете на их знание всех применимых требований и использование передовой теоретической базы, как правило, также не дает желаемого результата. Существенными недостатками такого подхода являются:

- излишняя академичность и теоретичность документа,
- несогласованность документа с действующими в организации регламентирующими документами, описывающими смежные бизнес-процессы,
- сложность при практическом применении документа в связи с отсутствием подробного описания процедуры и привязки к действующей организационной структуре организации, а также к сложившемуся на практике порядку реализации бизнес-процесса,
- существенные затраты на разработку документа,
- сложность в обеспечении поддержания документа в актуальном состоянии.

В соответствии с требованиями [1], [6], [7] организация при разработке и внедрении СМК должна «определить процессы, необходимые для СМК» и «в необходимом объеме разрабатывать, актуализировать и применять документированную информацию для обеспечения функционирования процессов».

В соответствии с [8] процесс – это «совокупность взаимосвязанных и (или) взаимодействующих видов деятельности, использующих входы для получения намеченного результата». При этом, в рамках одного процесса могут осуществляться несколько взаимосвязанных и (или) взаимодействующих видов деятельности, которые можно рассматривать как самостоятельные и именовать «бизнес-процессами».

Конкретный состав бизнес-процессов, а также регламентирующих их документов, каждая организация определяет для себя самостоятельно, исходя из осуществляемых видов деятельности и компетентности персонала, с учетом применимых требований к СМК, установленных в том числе [1], [6], [7].

В обеспечение выполнения требований [1], [6], [7] в части «определения процессов, необходимых для СМК, и их применения в рамках организации» в организации может быть разработан и применяться регламентирующий документ, например, «Положение по управлению процессами», которым устанавливается в том числе порядок:

- определения и утверждения перечня процессов

(бизнес-процессов) организации,

- назначения владельцев процессов и руководителей бизнес-процессов,
- определения рисков и возможностей бизнес-процессов,
- мониторинга, контроля и оценки результативности бизнес-процессов,
- разработки (актуализации) и применения в организации «Паспортов процессов».

В «Паспорте процесса» приводятся основные сведения о бизнес-процессах организации: цель процесса; входы процесса, требования к ним и их поставщики; выходы (результаты) процесса, требования к ним и их потребители; управляющие воздействия; требуемые ресурсы; распределение обязанностей, ответственности и полномочий в отношении процесса; описание видов деятельности (этапов), выполняемых в рамках процесса; показатели результативности процесса. «Паспорт процесса» разрабатывается для каждого процесса (бизнес-процесса), определенного организацией необходимым для ее СМК.

В обеспечение выполнения требований [1], [6], [7] в части «управления документированной информацией» в организации может быть разработан и применяться регламентирующий документ, например, «Положение об управлении документированной информацией», которым устанавливается в том числе:

- структура (категории, виды) документов, подлежащих управлению в организации,
- требования к построению, изложению, оформлению и обозначению регламентирующих документов,
- процедура управления (разработка, утверждение, регистрация, учет, изменение, отмена и пр.) регламентирующих документов.

Требования к построению и изложению регламентирующих документов следует определить, в частности, с целью обеспечения поддержания регламентирующих документов в актуальном состоянии. Для чего, в состав разделов регламентирующего документа включаются (если применимо, исходя из особенностей его содержания и изложения) следующие разделы:

1. «Нормативные ссылки». Данный раздел включают в документ, если описанная в нём процедура обеспечивает реализацию требований законодательных и нормативных правовых актов и (или) связи со смежными регламентированными бизнес-процессами и по тексту используются нормативные ссылки на документы как внешнего, так и внутреннего происхождения;

2. «Термины и определения». Данный раздел включают в документ, если он содержит определения, необходимые для уточнения или установления терминов, используемых по тексту. При этом, следует соблюдать единообразие при установлении терминов в регламентирующих документах, а также использовать стандартизованные термины;

3. «Ответственность и контроль». Данный раздел содержит сведения о распределении ответственности за разработку (своевременную актуализацию) документа; соблюдение требований, установленных документом; контроль соблюдения требований, установленных документом.

Требования к оформлению и обозначению регламентирующих документов следует определить, в частности, с целью обеспечения ведения единой системы регламентирующих документов организации, а также соблюдения принципа единообразия в оформлении документов.

Отсутствие необходимости в разработке регламентирующего документа может быть обосновано наличием в документах внешнего происхождения (нормативные правовые акты, документы по стандартизации и пр.) и «Паспорте процесса» подробного описания процедуры выполнения работ в рамках данного процесса (бизнес-процесса) с закреплением обязанностей, ответственности и полномочий за конкретными исполнителями на всех его этапах и необходимых контрольных процедур.

В рамках регламентации бизнес-процессов организации может понадобиться описать несколько обособленных процедур в рамках одного бизнес-процесса. Для этого допускается разработка нескольких регламентирующих документов в рамках одного бизнес-процесса, с учетом особенностей процедур смежных бизнес-процессов и существующих с ними взаимосвязей.

Окончательное решение о необходимости и приоритете разработки регламентирующих документов принимается руководством организации на основании результатов оценки рисков и возможностей процессов (бизнес-процессов) организации.

Поручение о разработке регламентирующего документа, а также определение ответственного разработчика документа, оформляется, как правило, приказом организации. При определении ответственного разработчика документа, учитывается сложность регламентируемого бизнес-процесса и его взаимодей-

ствие со смежными бизнес-процессами; сложившийся на практике порядок реализации бизнес-процесса (его этапов); наличие у разработчика документа необходимых для этого квалификации и опыта, в том числе его способность обеспечить выполнение всех требований, предъявляемых к построению, изложению и оформлению документа.

Исходя из вышесказанного, наиболее рациональна следующая организация разработки регламентирующего документа:

- ответственность за разработку документа возлагается на службу качества,
- в состав группы разработчиков включаются подразделения, участвующие в регламентируемом бизнес-процессе, а также в смежных с ним бизнес-процессах, с целью более детального анализа сложившегося на практике порядка реализации бизнес-процесса, учета применимых в отношении данного бизнес-процесса требований и экспертизы уточненной по результатам разработки документа процедуры.

Если ответственным исполнителем документа назначается не служба качества, то следует обеспечить его обязательное согласование со службой качества, с целью обеспечения целостности СМК, в том числе единой системы регламентирующих документов организации.

Обеспечение целостности единой системы регламентирующих документов

Существующая практика ведения единой системы регламентирующих документов организации посредством электронных ресурсов (системы электронного документооборота; базы данных справочно-правовых систем и пр.) позволяет обеспечить выполнение требований [1], [6], [7] к управлению регламентирующими документами в части «распределения и обеспечения их доступности, поиска и пригодности, где и когда они необходимы, а также их использования».

При разработке регламентирующего документа ответственный разработчик обеспечивает согласованность описываемого бизнес-процесса со смежными бизнес-процессами. Если по отдельному бизнес-процессу уже разработан и утвержден регламентирующий документ, то в текст разрабатываемого документа включается ссылка на него – приводится краткое описание смежного бизнес-процесса (его этапа), процедура которого уже регламентирована, и реквизиты регламентирующего документа, однозначно его иденти-

фицирующие.

Для поддержания целостности единой системы регламентирующих документов организации:

- в текст разрабатываемого документа включаются разделы «Нормативные ссылки», «Термины и определения» (см. подраздел выше),
- связи бизнес-процессов, описанные в документах, должны соответствовать входам и выходам бизнес-процессов, определенным в «Паспортах процессов»,
- до выпуска (утверждения) документ должен проходить согласование с причастными подразделениями, в частности с участниками смежных бизнес-процессов,
- после утверждения документа при необходимости производится симметричная увязка процедур, описанных в ранее выпущенных документах.

Ответственный разработчик обеспечивает своевременную актуализацию действующего регламентирующего документа посредством контроля актуальности документов как внешнего, так и внутреннего происхождения, указанных в разделе «Нормативные ссылки» документа. В случае внесения в данные документы изменений (их отмены или замены другими документами) ответственный разработчик проводит анализ изменений и обеспечивает внесение изменений в действующий документ (изменения могут быть проведены по всей глубине цепочки связей документов).

О результатах актуализации регламентирующего документа ответственный разработчик информирует причастные подразделения, включая ответственных разработчиков документов внутреннего происхождения, указанных в разделе «Нормативные ссылки» документа.

Включение в регламентирующие документы процедур внутреннего контроля

В обеспечение выполнения требований [7] «устанавливать, документально оформить, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии процедуру управления рисками и возможностями в рамках процессов СМК и СМК в целом» в организации может быть разработан и применяться регламентирующий документ, например, «Положение о системе внутреннего контроля и управления рисками», которым устанавливаются в том числе:

- 1) единые требования к определению, оценке и анализу рисков; планированию и проведению меро-

приятий в отношении рисков и контрольных процедур в действующих регламентирующих документах организации; анализу и оценке результативности этих мероприятий;

2) порядок:

- своевременного выявления рисков бизнес-процессов организации, их анализ и оценку,
- разработки, оптимизации, автоматизации контрольных процедур с целью снижения рисков с учетом особенностей бизнес-процессов организации и присущих им рисков,
- интеграции процедур внутреннего контроля во все бизнес-процессы организации,
- выполнения контрольных процедур при реализации бизнес-процессов организации, при необходимости актуализацию действующих (разработку новых) регламентирующих документов с целью включения в бизнес-процесс контрольных процедур,
- мониторинга выполнения контрольных процедур.

Система внутреннего контроля и управления рисками создается в организации, как правило, путем принятия Советом директоров «Политики внутреннего контроля и управления рисками» и разработкой регламентирующих процедур внутреннего контроля и управления рисками документов.

Допускается оформление контрольных процедур в виде отдельных бизнес-процессов, выполняемых в том числе органами, осуществляющими контрольные процедуры (Научно-технический совет, комитеты, комиссии и др.). Деятельность этих органов, как правило, является процессами СМК, а положения об этих органах – документами СМК.

Выполнение контрольных процедур следует подтверждать документально (в виде записей) для обеспечения уверенности в том, что контрольные процедуры осуществляются в соответствии с тем, как это было запланировано.

Мониторинг выполнения контрольных процедур осуществляется либо в рамках мониторинга функционирования бизнес-процессов, либо в рамках внутреннего аудита СМК организации.

Контроль соблюдения требований, установленных регламентирующими документами

Ответственность за осуществление контроля соблюдения требований, установленных регламентирующими документами в отношении бизнес-процессов,

устанавливается в разделе «Ответственность и контроль» документа (см. подраздел выше).

Контроль функционирования бизнес-процесса в целом осуществляет, как правило, владелец процесса (руководитель бизнес-процесса).

Контроль соблюдения требований, установленных регламентирующими документами, осуществляется в том числе в рамках внутренних аудитов СМК.

В соответствии с требованиями п. 9.2.3 [7] «внутренние аудиты СМК должны осуществляться как средство постоянного мониторинга и регулярного контроля с целью оценки соответствия СМК и процессов (процедур) СМК запланированным мероприятиям». Объектами внутренних аудитов СМК являются в том числе:

- результативность бизнес-процессов и их соответствие установленным требованиям,
- регламентирующие документы (соблюдение требований, своевременная актуализация, полнота и достаточность).

Результаты внутренних аудитов СМК являются основанием для:

- разработки и реализации мероприятий по совершенствованию и улучшению (развитию) бизнес-процессов организации;
- разработки новых методов и средств управления бизнес-процессами организации;
- совершенствования состава и содержания регламентирующих документов.

Заключение

Полноценная реализация установленных требований к СМК предполагает создание в организации единой системы регламентации бизнес-процессов как основной, так и обеспечивающей деятельности.

Предлагаемый СМК инструментарий обеспечивает реализацию всех необходимых элементов регламентации:

- разработка регламентирующих документов, описывающих процедуру выполнения работ в рамках бизнес-процессов (их этапов), с учетом установленных требований и применения риск-ориентированного подхода к планированию деятельности организации;
- поддержание целостности единой системы регламентирующих документов организации;
- контроль актуальности действующих регламентирующих документов организации посредством постоянного контроля изменений документов как внешнего, так и внутреннего происхождения;
- аудит текущей деятельности организации на соответствие действующим регламентирующим документам;
- внесение изменений в действующие регламентирующие документы по результатам аудита текущей деятельности организации с целью повышения эффективности отдельных бизнес-процессов и организации в целом.

Регламентация основных бизнес-процессов организации снижает потребность в неэффективном ситуационном («ручном») управлении деятельностью организации.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015.
2. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями 2021 года). Собрание законодательства Российской Федерации от 30 декабря 2002 г. N 52 (часть I) ст. 5140.
3. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 275-ФЗ «О государственном оборонном заказе» (с изменениями 2022 года). Собрание законодательства Российской Федерации от 31 декабря 2012 г. № 53 (часть I) ст. 7600.
4. Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2021 г. № 2386 «Об утверждении Положения о лицензировании разработки, производства, испытания, установки, монтажа, технического обслуживания, ремонта, утилизации и реализации вооружения и военной техники, разработки, производства, испытания, хранения, реализации и утилизации боеприпасов (за исключением

указанной деятельности, осуществляемой воинскими частями и организациями Вооруженных Сил Российской Федерации и войск национальной гвардии Российской Федерации, в случае, если осуществление указанной деятельности предусмотрено их учредительными документами)» (с изменениями 2022 года). Собрание законодательства Российской Федерации от 3 января 2022 г. № 1 (часть I) ст. 103.

5. Постановление Правительства РФ от 4 октября 1999 г. № 1116 «Об утверждении порядка отчетности руководителей федеральных государственных унитарных предприятий и представителей интересов Российской Федерации в органах управления акционерных обществ» (с изменениями 2020 года). Собрание законодательства Российской Федерации от 18 октября 1999 г., № 42, ст. 5034.

6. ГОСТ РВ 0015-002-2020

7. ОСТ 134-1028-2012 с изм. 1 Требования к системам менеджмента качества предприятий, участвующих в создании, производстве и эксплуатации изделий. АО «ЦНИИмаш», 2018.

8. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2015.

List of literature

1. GOST R ISO 9001-2015. Quality management systems. Requirements. – М.: Standartinform, 2015.

2. Federal Law of December 27, 2002 No. 184-FZ "On Technical Regulation" (as amended in 2021). Collection of Legislation of the Russian Federation of December 30, 2002 N 52 (Part I) Art. 5140.

3. Federal Law of December 29, 2012 No. 275-FZ "On the State Defense Order" (as amended in 2022). Collection of Legislation of the Russian Federation dated December 31, 2012 No. 53 (Part I) Art. 7600.

4. Decree of the Government of the Russian Federation of December 21, 2021 No. 2386 "On approval of the Regulations on licensing the development, production, testing, installation, installation, maintenance, repair, disposal and sale of weapons and military equipment, development, production, testing, storage, sale and disposal of ammunition (with the exception of the specified activities carried out by military units and organizations of the Armed Forces of the Russian Federation and the troops of the National Guard of the Russian Federation, if the implementation of these activities is provided for by their constituent documents) "(as amended in 2022). Collection of Legislation of the Russian Federation dated January 3, 2022 No. 1 (Part I) Art. 103.

5. Decree of the Government of the Russian Federation of October 4, 1999 No. 1116 "On approval of the reporting procedure for heads of federal state unitary enterprises and representatives of the interests of the Russian Federation in the management bodies of joint-stock companies" (as amended in 2020). Collection of Legislation of the Russian Federation of October 18, 1999, No. 42, Art. 5034.

6. GOST RV 0015-002-2020

7. OST 134-1028-2012 as amended. 1 Requirements for quality management systems of enterprises involved in the creation, production and operation of products. JSC "TsNIIIMash", 2018.

8. GOST R ISO 9000-2015. Quality management systems. Fundamentals and vocabulary. – М.: Standartinform, 2015.

УДК 629.7:657.31

Интеллектуальная собственность и зачем она нужна

Necessity of Intellectual property

Настоящая статья посвящена особенностям использования результатов интеллектуальной деятельности организациями, большая часть работ которых связана с выполнением государственных контрактов. Авторами приводятся возможные пути эффективного управления правами на результаты интеллектуальной деятельности, направленные на повышение финансовых показателей таких организаций. В заключении авторы указывают на важность использования результатов интеллектуальной деятельности в целях решения стратегических задач предприятия.

The article covers the specifics of using the results of intellectual activity by organizations, mostly related to honoring the governmental contracts. Authors provide possible ways of the effective management of rights to the results of intellectual activity aimed at improving the financial performance of such organizations. In conclusion, authors state the importance of using the results of intellectual activity to address the strategic tasks of an enterprise.

Ключевые слова: оценка, интеллектуальная собственность, результат интеллектуальной деятельности, НИОКР.

Keywords: assessment, intellectual property, the result of intellectual activity, R&D.



**ГОРБАНОВСКИЙ
НАЗАР ГЕННАДЬЕВИЧ**

Заместитель директора Центра учёта и анализа результатов научно-технической деятельности, Госкорпорация «Роскосмос»

**GORBANOVSKY
NAZAR**

Deputy Director of the Accounting and Analysis Center of the Scientific and Technical Activities Results, State Space Corporation "Roscosmos"



**ГРАЩЕНКОВА
АННА ЯКОВЛЕВНА**

Директор Единого промышленного центра интеллектуальной собственности, АО «Организация «Агат»

**GRASHCHENKOVA
ANNA**

Director of the Unified Industrial Center of Intellectual Property, JSC "Organization "Agat"

Введение

Интеллектуальная собственность – это рыночный механизм, позволяющий правообладателю получить временную ограниченную монополию на использова-

ние результата интеллектуальной деятельности в той или иной сфере.

Такая монополия, как правило, ограничена территорией и сроком охраны, способами использова-

ния, а в некоторых случаях ее получение подразумевает добровольное раскрытие сущности результата, что дает конкурентам возможность мониторинга актуального уровня разработок и направления исследований компании. При этом, грамотное управление интеллектуальной собственностью и нематериальными активами позволяет компаниям существенно улучшать свои экономические показатели, осваивать новые рынки и иметь более сильные переговорные позиции при проведении совместных проектов, а также слияниях и поглощениях.

В этой статье мы рассмотрим особенности использования интеллектуальной собственности организациями, большая часть деятельности которых связана с исполнением государственных контрактов.

Специфика использования интеллектуальной собственности в этом контексте определяется в первую очередь тем, что большинство используемых и создаваемых результатов интеллектуальной деятельности принадлежит Российской Федерации или имеет обременение в виде обязательства предоставления безвозмездной неисключительной лицензии для государственных или муниципальных нужд.

В этом контексте, на первый взгляд, классические механизмы управления интеллектуальной собственностью представляются малоэффективными, в связи с чем зачастую предприятия не заинтересованы оформлять правовую охрану результатов собственных НИОКР, предпочитая использовать результаты, созданные в рамках работ по государственным контрактам, для целей других государственных контрактов. Такое использование – будучи необходимым для проведения последовательных работ, например, в рамках одной темы или серии НИОКР – не позволяет полностью реализовать коммерческий потенциал существующих наработок, в том числе наращивать объемы и темпы диверсификации продукции, эффективно используя рыночные механизмы для повышения экономических показателей предприятия.

Рассмотрим несколько примеров того, каким образом компания, основное направление деятельности которой направлено на выполнение мероприятий государственных программ, может повысить свои финансовые показатели за счет эффективного управления интеллектуальной собственностью.

Доработка результатов интеллектуальной деятельности, созданных за счет бюджетных средств

Организации-разработчики технических решений, созданных в рамках исполнения государственных контрактов, обладают экспертизой и пониманием актуальной ситуации на рынке, что дает им существенные преимущества при определении возможных направлений коммерциализации созданных результатов, а также объема необходимых доработок, которые позволят вывести продукт на новые рынки.

Результат такой доработки подлежит оформлению, правовой охране и постановке на учет в качестве одного или нескольких нематериальных активов, что увеличивает чистые активы организации-разработчика, при этом амортизация таких активов может быть включена в цену коммерческого контракта. Освоение новых рынков улучшает такие показатели, как объем производства, выручка от реализации продукции и прибыль.

Доработка результатов интеллектуальной деятельности может осуществляться как за счет собственных средств организации в рамках инициативных НИОКР, инвестиционных проектов, так и с привлечением внешних инвестиций. В любом из этих сценариев важно определить портфель интеллектуальных прав на создаваемый продукт, а также условия использования предшествующей интеллектуальной собственности, которая зачастую принадлежит Российской Федерации.

Амортизация собственных нематериальных активов

Стоимость собственных нематериальных активов компании может быть перенесена на себестоимость выпускаемой продукции или работ, услуг, причем амортизация может начисляться различными методами: линейным методом, методом уменьшаемого остатка и пропорционально объему реализации. Выбор метода начисления амортизации зависит от стратегии и финансово-экономической модели коммерциализации продукта, в портфель прав которого входит соответствующий результат интеллектуальной деятельности.

В частности, при формировании состава затрат, включаемых в цену продукции, поставляемой в рамках государственного оборонного заказа, амортизация собственных нематериальных активов исполнителя может учитываться в составе общепроизводственных и общехозяйственных затрат.

Для того, чтобы наиболее эффективно и с минимальными рисками реализовать этот подход, компании

необходимо провести аудит портфеля интеллектуальных прав, используемых при производстве продукции или проведении работ, предоставлении услуг с целью определить все нематериальные активы, стоимость которых может быть отнесена на себестоимость продукции, работ или услуг, подтвердить принадлежность прав на соответствующие результаты интеллектуальной деятельности и отсутствие каких-либо обременений, а также проверить корректность отражения активов на балансе компании.

Как уже было сказано, собственные нематериальные активы (результаты интеллектуальной деятельности) компании могут возникать в результате инициативных НИОКР, как начинаемых «с нуля», так и при использовании созданного ранее задела, но также интеллектуальные права могут приобретаться (по лицензионному договору или договору отчуждения), выявляться в результате инвентаризации или быть получены в результате имущественного взноса или вклада в уставный капитал, например, в обмен на акции компании.

Вклад в уставный капитал или имущественный взнос

Получение результатов интеллектуальной деятельности в качестве имущественного взноса или вклада в уставный капитал может существенно увеличить капитализацию компании и сделать ее более коммерчески привлекательной, при этом амортизация таких результатов является существенным фактором при формировании финансово-экономических моделей конкретных проектов и финансового плана организации в целом.

Необходимо отметить, что положительный эффект от внесения нематериальных активов в уставный капитал может быть достигнут только в условиях реализации компанией стратегии коммерциализации продуктов, в портфель прав на которые входят такие результаты интеллектуальной деятельности.

Модель передачи интеллектуальных прав, в том числе Российской Федерации, в уставный капитал организации-разработчика может также стать оптимальным механизмом достижения целей системной диверсификации производства. В настоящее время права на результаты НИОКР, выполненных за счет средств федерального бюджета, зачастую закрепляются за Российской Федерацией в лице государственного заказчика, но при этом именно исполнитель (соисполни-

тель) располагает производственной базой и достаточной экспертизой для реального внедрения, модернизации, определения новых рынков и последующей коммерциализации полученных результатов и может являться «эффективным собственником» соответствующего портфеля интеллектуальных прав.

Так, в целях повышения экономической эффективности управления правами на результаты интеллектуальной деятельности Госкорпорацией «Роскосмос» реализуются мероприятия по передаче в качестве вклада в уставные капиталы организаций ракетно-космической промышленности. По предварительным оценкам успешное выполнение мероприятий может увеличить чистые активы вовлеченных организаций в среднем на 20% и ввести в хозяйственный оборот результаты НИОКР общей стоимостью свыше 3 млрд рублей.

Использование интеллектуальных прав Российской Федерации и совместное правообладание

Использование интеллектуальных прав Российской Федерации при производстве высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения и предоставлении коммерческих услуг, в том числе в рамках внешнеэкономической деятельности, может быть урегулировано не только путем отчуждения результатов интеллектуальной деятельности в пользу организации-производителя или поставщика, но и путем предоставления права использования таких результатов (по лицензионному договору). В этом случае в структуре цены коммерческого контракта должен быть учтен размер лицензионного платежа в пользу Российской Федерации.

При этом необходимо учитывать, что полномочия государственного заказчика в части управления правами Российской Федерации на результаты интеллектуальной деятельности военного, специального и двойного назначения ограничены и в настоящее время не предполагают предоставление права использования таких результатов для коммерческих целей, кроме контрактов с иностранными заказчиками. Размер лицензионного платежа в последнем случае определяется в соответствии с положениями Приказа Роспатента от 10.12.2012 № 157; размер лицензионного платежа в отношении результатов гражданского назначения законодательно не определен.

Альтернативой предоставлению прав на созданные в рамках государственного контракта результаты

интеллектуальной деятельности по лицензионному договору может стать закрепление прав на такие результаты совместно за Российской Федерацией и исполнителем, а начиная с января 2022 года – и соисполнителем работ (соответствующие изменения вносятся в силу Федеральным законом от 22 декабря 2020 года N 456-ФЗ). Совместное закрепление прав подразумевает заключение соглашения о порядке совместного использования результата интеллектуальной деятельности, которое регулирует порядок использования, распределение прибыли от использования результата при производстве товаров, выполнении работ, оказании услуг и при распоряжении правами на него, а также распределение прав на производные (доработанные) результаты.

В целях поддержки инициативных разработок организаций-исполнителей государственных контрактов Госкорпорация «Роскосмос» включает в соглашения о порядке совместного использования результатов интеллектуальной деятельности (РИД) положения о том, что в случае использования РИД при производстве товаров, выполнении работ, оказании услуг по договорам, заключаемым с третьими лицами, и получении денежных средств в результате такого использования 50% прибыли, полученной от использования РИД по таким договорам, может направляться

на модернизацию, доработку, переработку РИД и (или) создание на его основе новых результатов интеллектуальной деятельности, или финансирование научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, выполняемых самостоятельно.

Заключение

Учитывая существующие преимущества и ограничения, управление интеллектуальной собственностью должно быть тесно связано с экономической стратегией компании, существующие механизмы управления интеллектуальными правами должны использоваться для решения стратегических задач предприятия. Только в этом случае компания – особенно, высокотехнологичная компания – сможет максимизировать отдачу от проводимых исследований и разработок, а также осуществлять эффективное планирование инвестиций, в том числе в собственные НИОКР. При этом грамотное использование механизмов управления интеллектуальной собственностью требует серьезной подготовки и тесного взаимодействия подразделений компании, ответственных за юридическую и договорную деятельность, ценообразование, технических и, конечно, патентно-лицензионных служб.

Список литературы

1. Черняева Н. В. Интеллектуальная собственность: методологический подход стоимостной оценки на основе методов многокритериального анализа // Век качества. 2010. № 4. С. 20–23.
2. Кроп Р. А. Модель и алгоритм оценки объекта интеллектуальной собственности методом «плавающих коэффициентов» // Экономические науки. 2010. Т. 64, № 3. С. 199–204.
3. Ганичева А. В. Математические модели и методы оценки бизнеса, имущества, интеллектуальной собственности: учеб. Пособие // Тверь: ЦНИОТ, 2016. 166 с.
4. Краюхин Г. А., Быстров В. Ф., Жгулев Е. В. Трансфер инновационных технологий: учебник. // СПб. Издательство СПбГЭУ. 2016. 259 с.

List of literature

1. N.V.Chernyaeva Intellectual property: the methodological approach of valuation based on multi-criteria analysis methods // Age of Quality. 2010. No. 4. pp. 20-23.
2. R. A. Krop Model and estimation algorithm intellectual property by the method of "floating factors" // Economic Sciences. 2010. vol. 64, No. 3. pp. 199-204.
3. A.V. Ganicheva Mathematical models and methods for assessing business, property, intellectual property // Tver, Center of Scientific and Educational Technology, LLC, 2016. 166 p.
4. G. A. Kraiukhin, V. F. Bystrov, E. V. Zhgulev Transfer of innovative technologies // St. Petersburg: Published by Saint Petersburg State University of Economics, 2016. 259 p.

УДК 004.9:334.02:629.7

К вопросу об адаптации методов программно-целевого планирования научно-технических программ союзного государства в области космической деятельности к информационной интерактивной среде

On the issue of adapting the methods of program-targeted planning of scientific and technical programs of the union state in the field of space activities to the interactive information environment

В статье представлено общее описание существующего процесса управления программами Союзного государства в области космической деятельности, а также основных принципов, определяющих актуальность и целесообразность реализации конкретных программ. Рассматриваются практики программного планирования, применяемые в мире в условиях возрастающих объемов анализируемой информации. Сформулированы предложения по подходам к повышению эффективности процессов разработки проектов программ с применением единой цифровой информационной платформы научно-технических программ Союзного государства.

The article presents a general description of the existing process of managing the programs of the Union State in the field of space activities, as well as the basic principles that determine the relevance and feasibility of implementing specific programs. The article considers the practices of program planning applied in the world in conditions of increasing volumes of analyzed information. Proposals have been formed on approaches to improving the efficiency of the processes of developing draft programs using a single digital information platform of scientific and technical programs of the Union State.

Ключевые слова: Союзное государство, программно-целевое планирование, космическая деятельность, параллельное проектирование, высокопроизводительные вычислительные системы

Keywords: Union State, program-target planning, space activities, parallel design, high-performance computing systems



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"

**МАКАРОВ НИКОЛАЙ ЮРЬЕВИЧ**

к.э.н., главный специалист департамента стратегического планирования и операционной эффективности, АО «Организация «Агат»

MAKAROV NIKOLAY

Ph.D (Economics), Chief Specialist of Department of Strategic Planning and Operational Efficiency, JSC "Organization "Agat"

**НОВИКОВА АНТОНИНА ИВАНОВНА**

Советник первого заместителя генерального директора по инвестиционной деятельности, АО «Организация «Агат»

NOVIKOVA ANTONINA

Advisor to the First Deputy CEO for Investment Activities, JSC "Organization "Agat"

**СЕРЖАНТОВ ТАРАС МИХАЙЛОВИЧ**

Начальник департамента технико-экономического обоснования федеральных целевых программ, АО «Организация «Агат»

SERZHANTOV TARAS

Head of Department of feasibility study of Federal target programs, JSC "Organization "Agat"

Введение

Космическая деятельность – это источник новых технологических разработок, существенно повышающих эффективность других сфер экономики. Универсальностью влияния космической деятельности на иные секторы национальных экономик обусловлено тем вниманием, которое Россия и Беларусь уделяют объединению своих ресурсов в области освоения космоса.

Это одна из областей возможного экономического прорыва в развитии Союзного государства и государств-участников. Она обладает исключительно высоким мультипликативным эффектом (рис. 1), способствует развитию (в техническом и фундаментальном плане) большого числа связанных с ней отраслей [1].

Учитывая данное обстоятельство, с целью повышения эффективности разработки перспективных программ Союзного государства, сокращения сроков их разработки и согласования, расширения номенклатуры и тематической систематизации разрабатываемых программ в конце 2013 года была создана постоянно действующая совместная российско-белорусская рабочая группа (рис. 2) по подготовке предложений по перечню и содержанию перспективных программ

Союзного государства и развитию сотрудничества между организациями и предприятиями Госкорпорации «Роскосмос» и НАН Беларуси (далее – Рабочая группа) [2].

В состав Рабочей группы вошли представители Постоянного Комитета Союзного государства, государственных заказчиков (Госкорпорация «Роскосмос», НАН Беларуси, Госкомвоенпром Республики Беларусь), а также российских и белорусских предприятий и организаций, участвующих в процессе разработки и реализации программ Союзного государства по космической тематике.

Основными принципами, определяющими актуальность и целесообразность реализации конкретной научно-технической программы по космической тематике, которыми руководствуется Рабочая группа, являются:

- дополнение национальных космических программ комплексными исследованиями, разработкой передовых технологий космической направленности;
- преемственность результатов и непрерывность использования научно-технического и технологического заделов, созданных в рамках завершенных программ

КОНВЕРГЕНТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

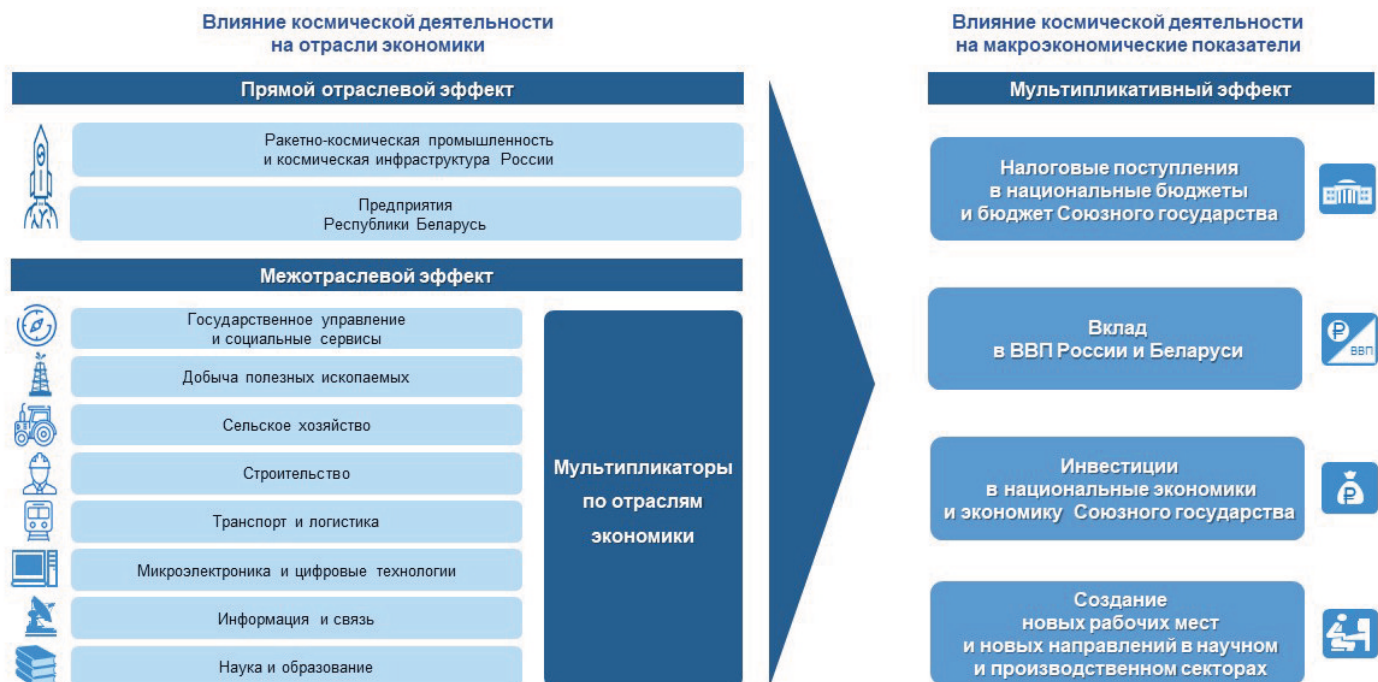


Рис. 1. Влияние результатов научно-технических программ Союзного государства в области космической деятельности на развитие национальных экономик

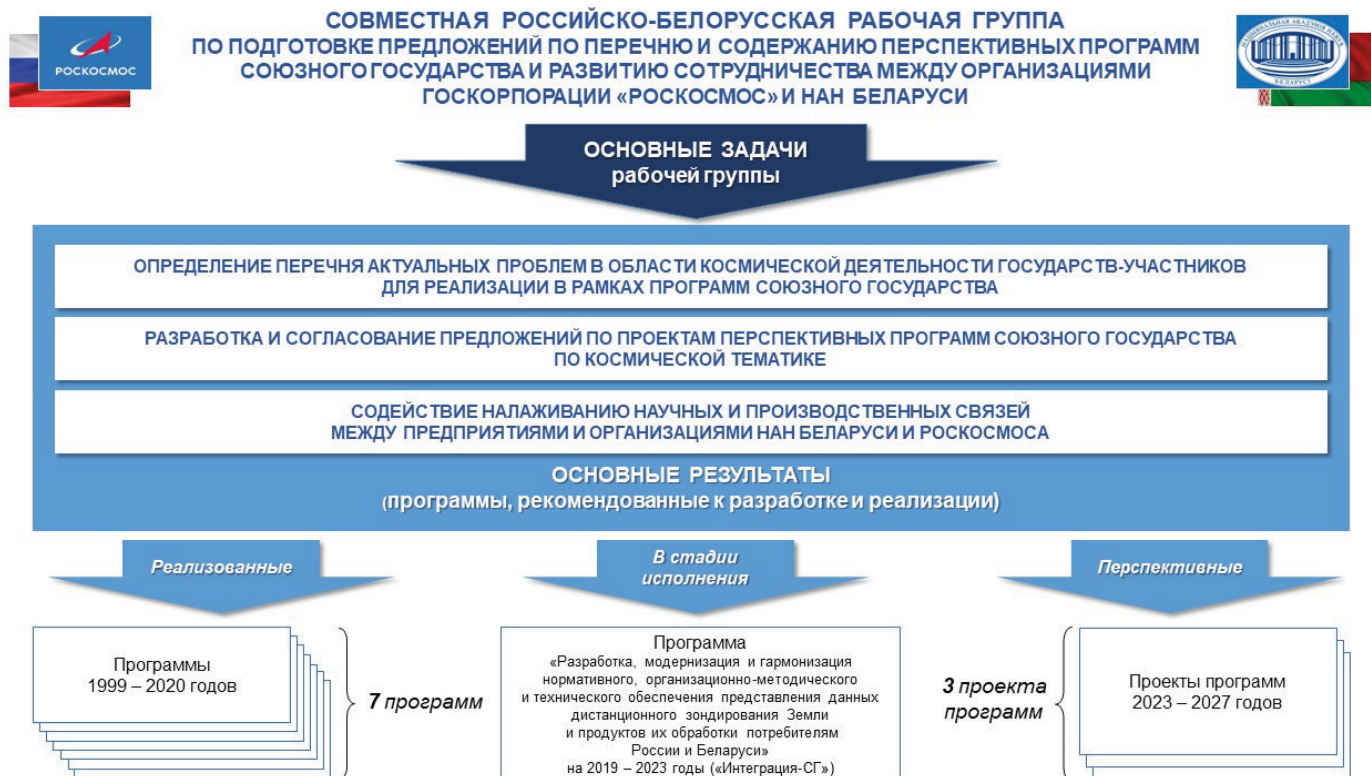


Рис. 2. Основные задачи и результаты деятельности совместной российско-белорусской рабочей группы

Союзного государства по космической тематике (рис. 3);

- реализация механизма эффективной координации использования имеющегося научно-технического потенциала предприятий космической отрасли России и специализированных предприятий Беларуси в составе сложившейся кооперации.

Одной из основных задач Рабочей группы является координация процессов разработки и обеспечения межведомственного согласования внутрипрограммных мероприятий с целью исключения рисков их дублирования в союзных программах различной функционально-целевой направленности и в национальных программах по космической тематике. В настоящее время практика формирования и корректировки программ Союзного государства осуществляется с «точечным» привлечением большого числа потенциальных исполнителей программ без применения высокоуровневых средств автоматизации [3].

В условиях кратно возросшего объема информации, анализируемой Рабочей группой при подготовке решений о разработке концепций очередных научно-технических программ по космической тематике, сопровождаемого актуализацией конвергентной

составляющей формируемых программных документов, в повестке дня назрел вопрос о необходимости и возможности цифровой трансформации основных процессов, связанных с подготовкой, отбором, согласованиями, утверждением, мониторингом хода реализации и приемкой научно-технических программ Союзного государства, а также контролем дальнейшего использования результатов программ. Такой подход, имеющий прорывной характер, позволит существенно повысить эффективность процессов разработки проектов программ, сократить сроки разработки и межведомственного согласования, расширить их номенклатуру и тематическую направленность.

В мировой практике используются различного рода и целевого назначения аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие поддержку принятия решений в интересах обоснования программ деятельности и планов развития, в том числе основанные на современных технологиях параллельного (concurrent) и/или (collaborative) коллаборативного инжиниринга. В организациях Госкорпорации «Роскосмос» имеется положительный опыт создания так называемых центров параллельного проектирования (Concurrent Design Facility – CDF), например, в АО «ЦНИИмаш».

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ДИНАМИКА РЕАЛИЗАЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОГРАММ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные целевые направления программ по космической тематике	Период реализации и наименование программы	Основные результаты реализации программ
Формирование устойчивой кооперации российских и белорусских предприятий космической отрасли, определение основных направлений совместных работ, создание макетов и стендовых образцов космической техники	«Космос-БР» 1999 - 2002	Разработка и использование космических средств и технологий получения, обработки и отображения космической информации
	«Космос-СГ» 2004 - 2007	Разработка и использование перспективных космических средств и технологий в интересах экономического и научно-технического развития Союзного государства
Разработка базовых элементов орбитальных и наземных средств, устройств и аппаратуры в интересах повышения эксплуатационного ресурса	«Космос-НТ» 2008 - 2011	Разработка базовых элементов, технологий создания и применения орбитальных и наземных средств многофункциональной космической системы
	«Мониторинг-СГ» 2013 - 2017	Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли
	«Нанотехнологии-СГ» 2009 - 2012	Разработка нанотехнологий создания материалов, устройств и систем космической техники и их адаптация к другим отраслям техники и массовому производству
Разработка технологий, композиционных материалов и конструкций в интересах повышения конструктивного совершенства перспективных орбитальных средств	«Технология-СГ» 2018 - 2020	Разработка комплексных технологий создания материалов, устройств и ключевых элементов космических средств и перспективной продукции других отраслей
Разработка гармонизированных стандартов и нормативно-правовых документов	«Стандартизация-СГ» 2011 - 2012	Разработка интегрированной системы стандартизации космической техники, создаваемой в рамках программ и проектов Союзного государства
	«Интеграция-СГ» 2019 - 2023	Разработка, модернизация и гармонизация нормативного, организационно-методического и аппаратно-программного обеспечения целевого применения космических систем дистанционного зондирования Земли России и Беларуси

Рис. 3. Основные направления и динамика реализации научно-технических программ Союзного государства в области космической деятельности

В Европейском космическом агентстве в структуре его головного центра по космическим исследованиям и технологиям ESTEC центр параллельного проектирования обеспечивает формирование космических программ Евросоюза, которые подлежат не только межотраслевому, но и межгосударственному согласованию.

В ходе реализации научно-технических программ Союзного государства создан научно-технический задел для опережающего развития суперкомпьютерных предметно-ориентированных информационно-вычислительных технологий. В интересах отдельных отраслевых направлений, востребованных со стороны реального сектора экономики и России, и Беларуси, результаты этих программ уже получили реализацию в программно-аппаратных средствах ГРИД-технологий и высокопроизводительных (суперкомпьютерных) вычислительных системах семейства «СКИФ» [4].

Интеграция технологий параллельного проектирования со СКИФ-технологиями открывают широкие возможности для создания комплексной системы поддержки принятия решений при формировании, информационном сопровождении и реализации государственных, межгосударственных и союзных программ.

По нашим оценкам, с целью повышения качества и оперативности программного планирования, контроля целостности программ и межпрограммных связей актуальным и наиболее перспективным представляется создание территориально-распределенного цифровизированного комплекса программно-целевого планирования Союзного государства в формате центра параллельного проектирования.

В перспективе – это будет своего рода цифровой союзный сервис, в основе которого – аппаратно-программный комплекс, формирующий интегрированную междисциплинарную среду, обеспечивающую (в параллельном, совместном или территориально-распределенном форматах) решение коммуникационных задач межгосударственного уровня при формировании и реализации научно-технических программ и проектов. Пользователями функционала данного комплекса и консолидированных сведений будут структуры государственных органов Союзного государства, государственные заказчики, осуществляющие управление научно-техническими программами, руководство и структуры Постоянного комитета, обеспечивающие общую координацию и контроль выполнения работ, организации – непосредственные



Рис. 4. Интегрированная проектная среда для формирования и использования результатов научно-технических программ Союзного государства в области космической деятельности

исполнители работ, ведомства, применяющие на практике полученные результаты научно-технических программ [5].

Концептуальное представление об архитектуре предлагаемой к формированию инновационной экосистемы, учитывающей интеграционный, сетевой формат, представлен на рис. 4.

Предложенное направление совершенствования организационно-экономического механизма управления развитием высокотехнологичных производств стран – участниц Союзного государства в рамках интеграционного взаимодействия, в отличие от существующего состояния сфокусировано на формировании единого цифрового пространства и обеспечивает преимущества для участников инновационной экосистемы (взаимодополняемость, специализация, стабильность, единое институциональное пространство, формирование и поддержание конкурентных преимуществ), что позволяет повысить эффективность управления процессами и проектами инновационного развития, усилить кооперацию производственных связей и координацию использования имеющегося

научно-технического потенциала высокотехнологичных организаций ракетно-космической промышленности и предприятий смежных отраслей, обеспечить рост эффективности финансово-хозяйственной деятельности всех участников экосистемы.

Заключение

Единая цифровая информационная платформа научно-технических программ Союзного государства, организованная на базе технологий CDF & СКИФ, обеспечит возможности капитализации знаний и эффективного использования созданного при выполнении программ Союзного государства научно-технического задела при формировании новых союзных программ, проектов, мероприятий, а также возможность учета этих сведений при формировании подпрограмм, проектов и процессных мероприятий государственной программы Российской Федерации «Космическая деятельность России» и государственной программы Республики Беларусь «Наукоёмкие технологии и техника» на 2021–2025 годы.

Список литературы

1. Космические технологии как драйвер инновационного развития национальной экономики [Текст] / Н.Ю.Макаров // К.Э. Циолковский и прогресс науки и техники в XXI веке: материалы 56-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского (Калуга, 21-23 сентября 2021 г.) – Калуга: Комиссия РАН по разработке научного наследия К.Э.Циолковского, С. 336-339.
2. Космические программы Союзного государства в контексте современных интеграционных процессов / Ю.Н.Макаров // Федеральный справочник. Оборонно-промышленный комплекс (информационно-аналитическое издание). – М: АНО «Центр стратегических программ», 2016. – С. 281–288.
3. Опыт разработки и реализации программ Союзного государства как основа для формирования единого научно-технологического пространства Союзного государства в сфере космической деятельности и внедрения ее результатов / Ю. Н. Макаров и др. // Формирование единого научно-технологического пространства Союзного государства: проблемы, перспективы, инновации: материалы постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства (Заседание пятьдесят первое, г. Минск, 28-29 ноября 2017 г.) / [под ред. С.Г.Стрельченко]. – Минск, 2017. С. 385–393.
4. Постановление Совета Министров Союзного государства от 18 июля 2012 г. № 13 «Об итогах выполнения научно-технической программы Союзного государства «Разработка и использование программно-аппаратных средств ГРИД-технологий и перспективных высокопроизводительных (суперкомпьютерных) вычислительных систем семейства «СКИФ». [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации «ГАРАНТ». – Режим доступа: <http://garant.ru/>. – Дата доступа: 20.06.2022.
5. Цифровизация как новая парадигма социально-экономического развития [Текст] / Н.Ю.Макаров, Т.С.Колмыкова, С.Ю.Клыкова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 5, № 11. – С. 5-10.

List of literature

1. Space technologies as a driver of innovative development of the national economy [Text] / N.Y.Makarov // K.E. Tsiolkovsky and the progress of science and technology in the XXI century: materials of 56 Scientific readings devoted to the development of scientific heritage and the development of K.E. Tsiolkovsky's ideas (Kaluga, September 21-23, 2021) - Kaluga: Commission of the Russian Academy of Sciences on the development of the Scientific heritage of K.E.Tsiolkovsky, pp. 336-339.
2. Space programs of the Union State in the context of modern integration processes / Yu.N.Makarov // Federal Directory. Military-industrial complex (information and analytical publication). - Moscow: ANO "Center for Strategic Programs", 2016. - pp. 281-288.
3. The experience of developing and implementing programs of the Union State as a basis for the formation of a unified scientific and technological space of the Union State in the field of space activities and the implementation of its results / Yu. N. Makarov et al. // Formation of a unified scientific and technological space of the Union State: problems, prospects, innovations : materials of a permanent seminar at the Parliamentary Assembly of the Union Belarus and Russia on the construction of the Union State (Meeting fifty-first, Minsk, November 28-29, 2017) / [edited by S.G.Strelchenko]. - Minsk, 2017. - pp. 385-393.
4. Resolution of the Council of Ministers of the Union State No. 13 dated July 18, 2012 "On the results of the implementation of the scientific and technical program of the Union State "Development and use of software and hardware of GRID technologies and promising high-performance (supercomputer) computing systems of the SKIF family. [electronic resource]. - Reference and legal system under the legislation of the Russian Federation "GARANT". - Access mode: <http://garant.ru/>. - Access date: 20.06.2022.
5. Digitalization as a new paradigm of socio-economic development [Text] / N.Y.Makarov, T.S.Kolmykova, S.Y.Klykova // Economics and management: problems, solutions. - 2020. - Vol. 5, No. 11. - p. 5-10.

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

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 учетом 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]

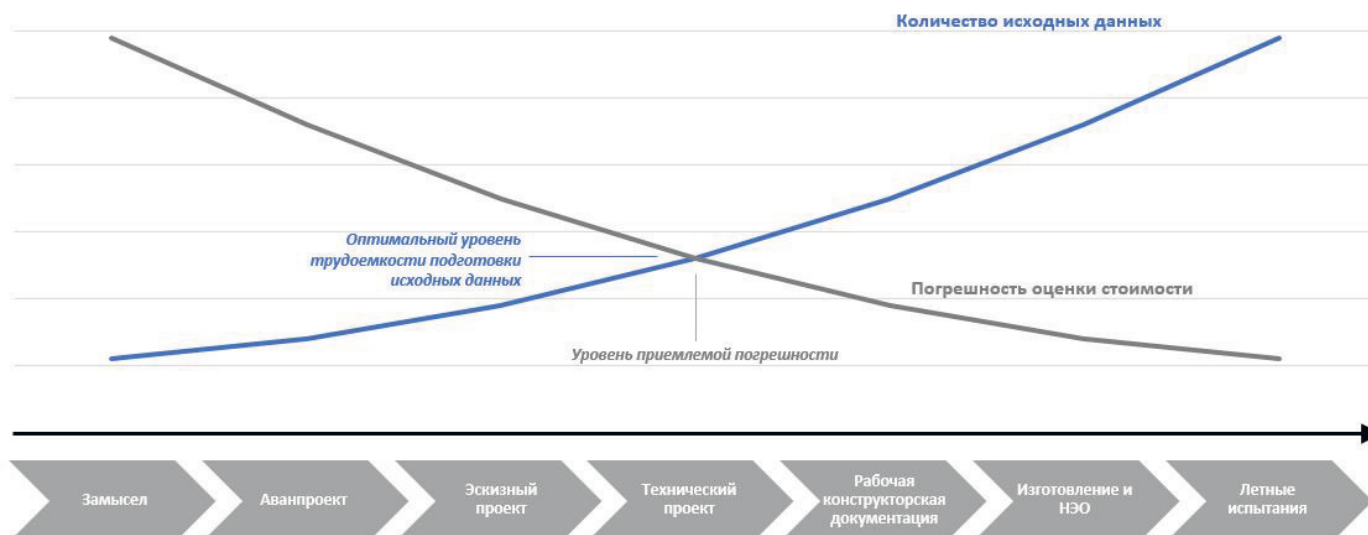


Рис. 2. Условная схема повышения точности оценок в ходе реализации проектов по созданию РКТ

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.

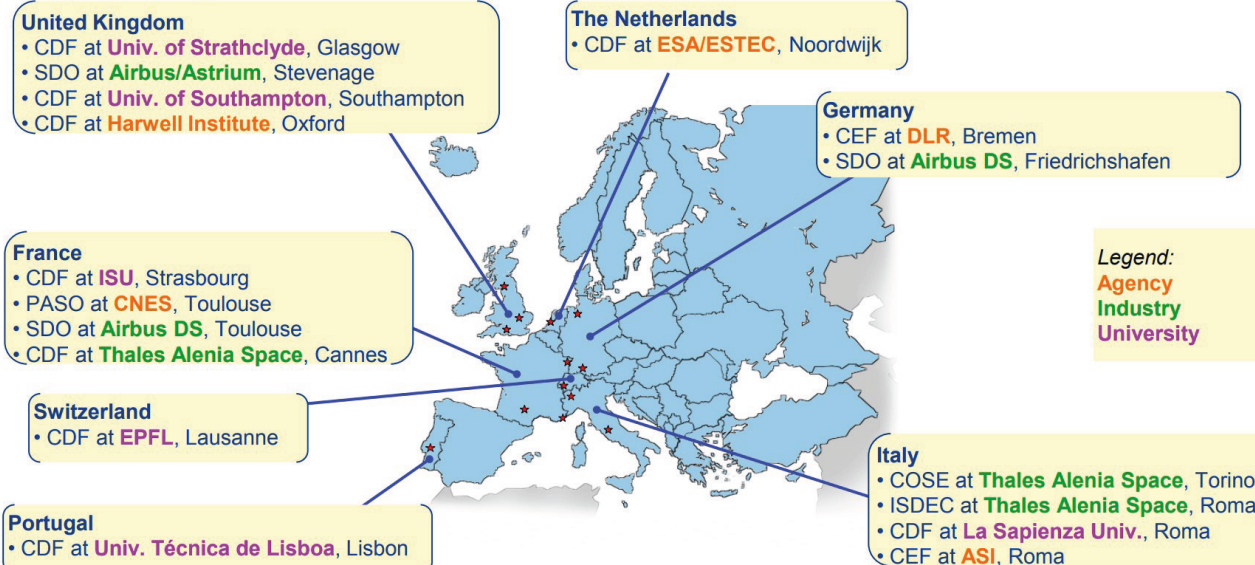
Также следует отметить, что в практике организаций ракетно-космической (и не только) промышленности сохраняется определенный разрыв между проектно-конструкторскими и финансово-экономическими подразделениями, вследствие чего работы по проектированию и оценке технико-экономических параметров выполняются 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 взаимоувязанная 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]

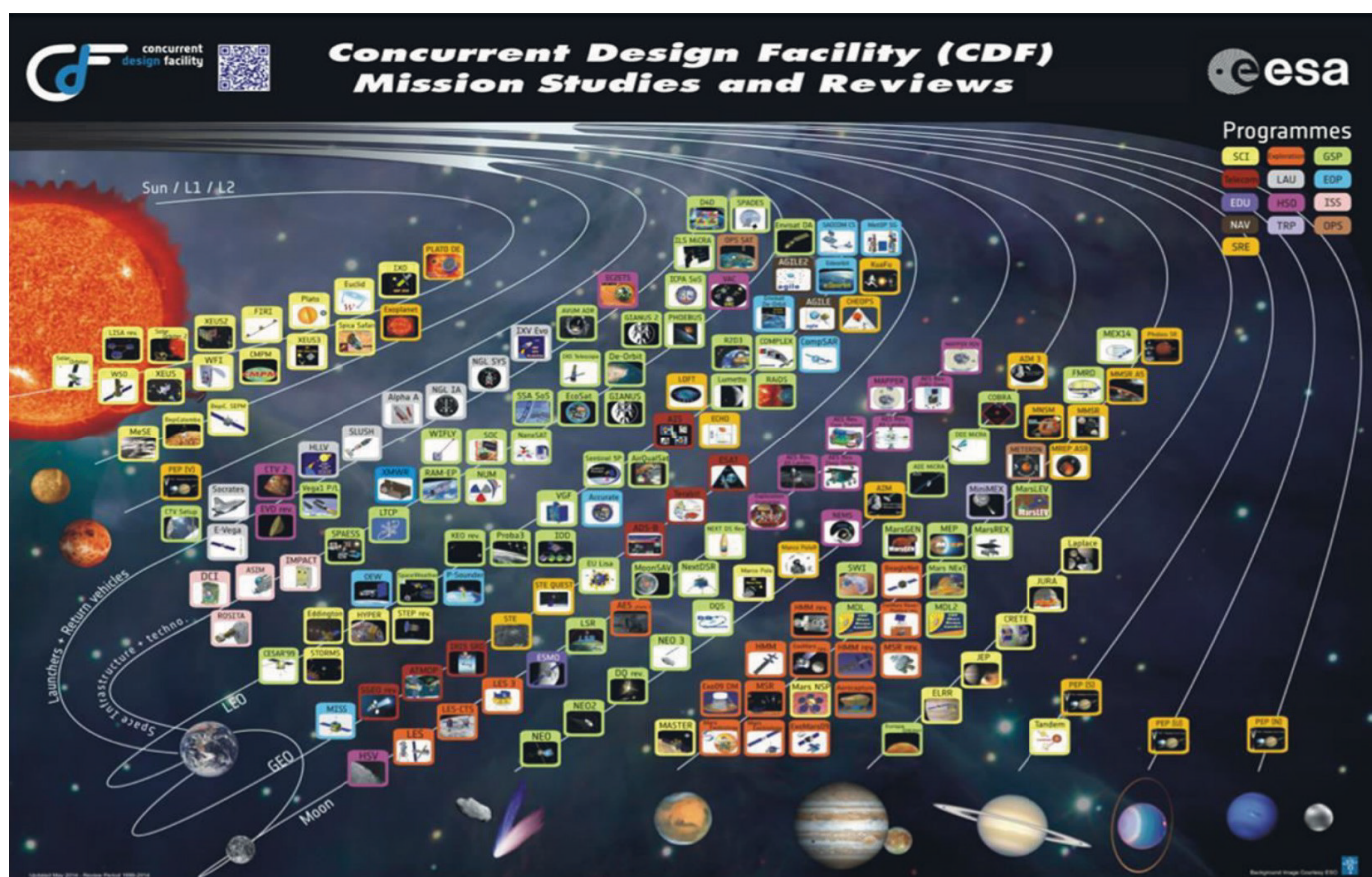


Рис 4.б. Космические проекты (разного уровня зрелости), разработанные Центром параллельного проектирования в ESTEC (Европейское космическое агентство) [13]

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_CEN_Main_Body_02_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>

УДК 006.053:629.78

Экономические аспекты перехода к многоразовым средствам выведения

Economic aspects of the transition to reusable means of excretion

В обзорной статье экспертов Госкорпорации «Роскосмос» и АО «Организация «Агат» направления технико-экономического обоснования средств выведения и наземной космической инфраструктуры раскрыты экономические требования к космическим средствам выведения, обеспечивающие бурное освоение околоземной орбиты. Предложены подходы по устранению недостатков многоразовых ракет. Сформулированы требования к концентрации усилий для ключевых проектов.

In a review article by experts of the State Space Corporation "Roscosmos" and JSC "Organization "Agat" directions of the feasibility study of launch vehicles and ground-based space infrastructure, the economic requirements for space launch vehicles ensuring rapid development of near-Earth orbit are disclosed. Approaches to eliminate the disadvantages of reusable rockets are proposed. The requirements for the concentration of efforts for key projects are formulated.

Ключевые слова: стоимость транспортировки, многоразовые межорбитальные буксиры, концентрация ресурсов, численность сотрудников в крупных государственных проектах.

Keywords: the cost of transportation, reusable interorbital tugs, concentration of resources, the number of employees in large government projects.



ДОЩАНОВА ДИАНА РУСЛАНОВНА

Ведущий специалист отдела СВ и НКИ, блок ТЭО Программ РКТ, АО «Организация «Агат»

DOSCHANOVA DIANA

Leading Specialist, Unit for Launch Vehicles and Ground-based Space Infrastructure, Block for Feasibility Study for rocket and space technology programs, JSC "Organization "Agat"



ПШЕНИЧНИКОВ ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ

Заместитель директора департамента, Департамент перспективных программ и проекта СФЕРА, Госкорпорация «Роскосмос»

PSHENICHNIKOV IGOR

Deputy Head of Department, the Department of Advanced Programs and the SPHERE Project, State Space Corporation "Roscosmos"



СМИРНОВ ДМИТРИЙ ПЕТРОВИЧ

Начальник отдела СВ и НКИ, блок ТЭО Программ РКТ, АО «Организация «Агат»

SMIRNOV DMITRIY

Head of Unit for Launch Vehicles and Ground-based Space Infrastructure, Block for Feasibility Study for rocket and space technology programs, JSC "Organization "Agat"

Введение

Транспортная отрасль является фундаментом, на котором строится вся остальная экономика. Чем лучше развита транспортная инфраструктура государства, тем сильнее экономика. Все мировое развитие строилось на том, что доля транспортных услуг составляет до 5-20% от себестоимости товара. Пока транспортная инфраструктура не переходит на новый уровень развития и не позволяет перемещать грузы дешевле, быстрее, дальше – не развивается и экономика, так как рост и развитие экономики строится на необходимости расширения и перемещения большего количества товаров.

Для примера, в современной мировой экономике доля перевозок в себестоимости продукции находится в диапазоне от 5% до 30% (см. рис. 1), где доля в ~30% относится к сырью (в основном сырью для строительства). При этом доля транспортной отрасли в ВВП не велика. Например, в РФ как в стране с развитой сетью транспортных путей (ж/д, авто, авиа, водный транс-

порт), доля транспортной отрасли в ВВП страны ~6%, но на этой отрасли и ее доступности строится почти вся экономика (см. рис. 2). Аналогичную картину мы наблюдаем на рынке космических услуг, где доля транспорта (средств выведения) в общем объеме услуг не велика, однако без него и его доступности и развития весь остальной рынок космических услуг будет недоступен. И чем более развиты средства выведения (доступность и стоимость выведения на орбиту), тем больше будет развит спектр космических услуг.

При этом в космической отрасли есть сильный «перекося» в сторону стоимости доставки полезной нагрузки и, соответственно, доли транспорта в себестоимости перемещаемого на орбиту груза (космических аппаратов). Транспортные услуги могут составлять до 100% от стоимости перемещаемого груза. Такие цифры, с учетом рискованности космических перевозок сильно тормозят развитие рынка космических услуг и тот, кто первым решит задачу экономичности доставки грузов

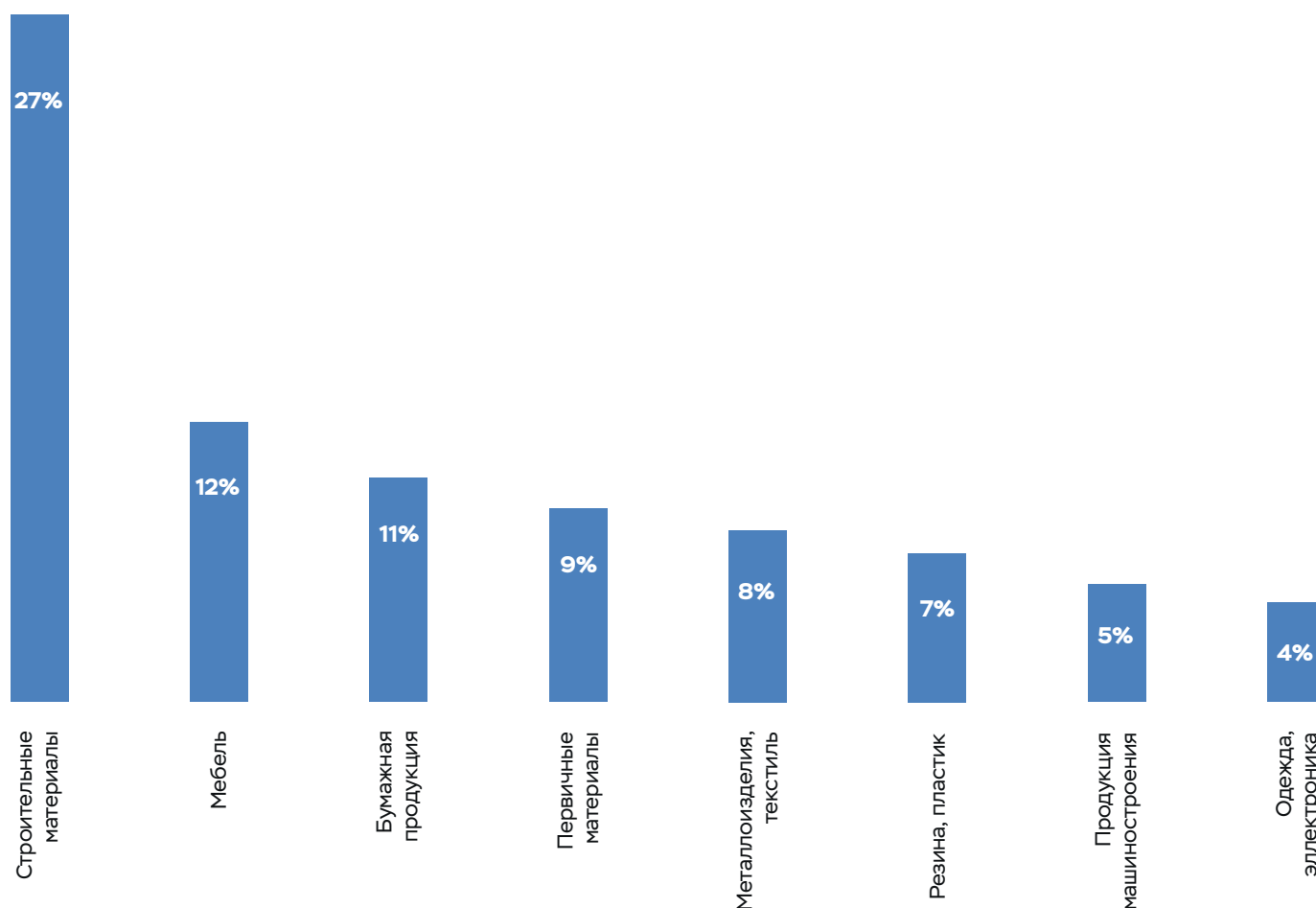


Рис. 1. Доля транспортных расходов в цене товара, % [2]

в космос и перемещение грузов по орбитам, де-факто реализует идею «космос для человека» в полной мере.

Одноразовые средства выведения (СВ) – предел технологий

Как уже говорилось в статье (см. выпуск № 30 журнала «Русский космос» за август 2021 г., стр. 46-49), основные задачи в части средств выведения в России уже решены.

В настоящее время современная линейка российских одноразовых ракет (от легкого Союз 2.1в до тяжелой Ангарты), позволяет вывести весь спектр имеющихся нагрузок. Дальнейшее развитие одноразовых средств выведения, возможно, позволит снизить только удельную стоимость выведения, например, создав сверхтяжелую ракету. Однако высокая абсолютная стоимость пусковой услуги, отсутствие «постоянного потока» полезных нагрузок и конструктивная сложность делает такое изделие узкоспециализированным средством выведения, предназначенным для крупных миссий, таких как лунная или марсианская программы, а также проекты в интересах исследования дальнего космоса.

Модернизация (оптимизация) существующих двигательных установок (ДУ) не дает существенного прироста их эффективности, а затраты сопоставимы с созданием нового. Как правило работы по модернизации дают 1-5% прироста эффективности работы двигателя. Сама по себе эта задача (улучшение существующих ДУ) интересная и сложная (с инженерной точки зрения), но ее решение существенным образом не

меняет картину эффективности и доступности существующих СВ. Фактически, мы достигли предела существующих технологий ЖРД. Мощных двигателей, работающих на других физических принципах, нет, и в среднесрочной перспективе их создание не предвидится. Возможным направлением развития могут стать многоразовые ракеты с использованием все того же ЖРД, но потенциально с существенно более низкой стоимостью пуска. За счет чего?

Если посчитать стоимость компонент ракетного топлива в стоимости пуска, то они составляют до 7%. Получается, что все остальное – это одноразовые составные части ракет и подготовка ракеты к пуску. Теоретически, если сделать корпус, двигатели и прочие части ракеты полностью многоразовыми, как на самолетах, а подготовку к пуску автоматизированной, то стоимость пуска может быть снижена в 10 и более раз. Т.е. стоимость полета ракеты должна определяться (основная статья затрат) стоимостью затраченного топлива и межполетного обслуживания, а не стоимостью конструкции и подготовки к пуску.

Характерные примеры:

1. Пример экономически эффективной многоразовости – РН «Falcon-9 (R)» (R – значит Reusable);

2. Реализованный пример автоматизированного комплекса подготовки и запуска в СССР – КРК с РН «Зенит». Этот комплекс позволял запускать ракеты каждые ~3-4 часа, обеспечивая доставку, установку, заправку, проверку ракеты и ее запуск в автоматическом режиме.

Более того, в случае с многоразовой ракетой (или многоразовой ступенью), стоимость ее изготовления

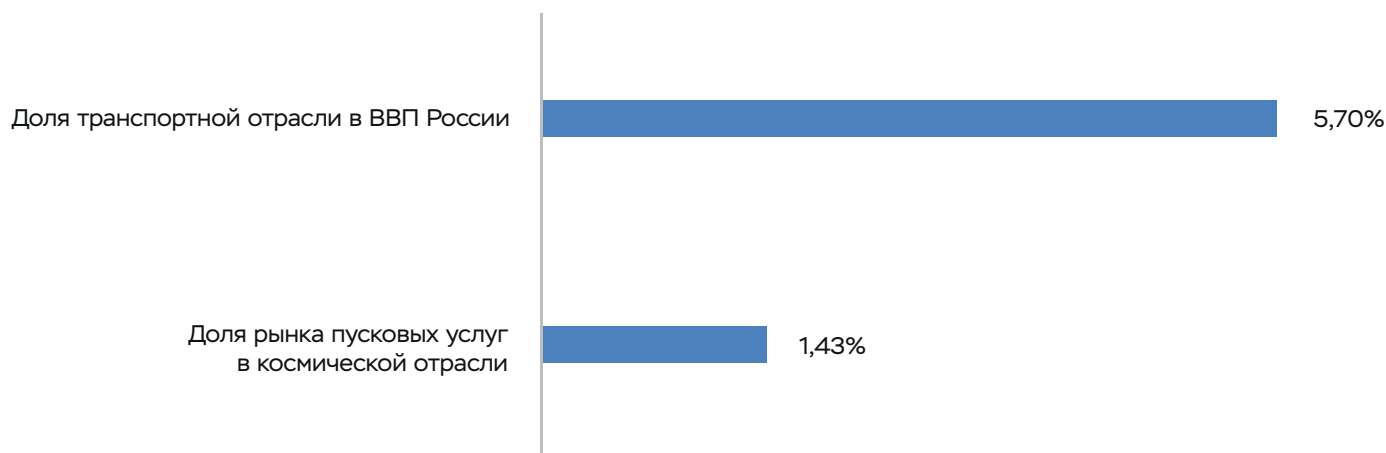


Рис. 2. Доля транспортной отрасли в экономике [3, 4]

особого значения не имеет. Теоретически, ее изготовление может стоить в разы дороже одноразовых ракет, главное, чтобы ее стоимость компенсировалась кратностью использования (по аналогии с временем налета планера самолета). Такой подход открывает новый горизонт возможностей для конструкторов. В последнее время изобретается много новых материалов, обладающих лучшими характеристиками чем используемый сейчас в ракетостроении АМГ6 (легче, прочнее и т.д.), но их внедрение упирается в дешевизну АМГ6 и сложность (дороговизну) процедуры отработки и внедрения новых материалов и технологий в ракетостроении.

С многоразовыми ракетами (или многоразовыми ступенями) все сильно упрощается, т.к. кратность использования многоразовых ракет или ступеней может нивелировать их высокую стоимость.

Недостатки многоразовых ракет и пути решения

Основной недостаток полностью многоразовых ракет – их грузоподъемность. Формулу Циолковского никто не отменял:

$$V = I * \ln \left(\frac{M_1}{M_2} \right), \text{ где}$$

V – конечная скорость ракеты;

I – удельный импульс ракетного двигателя;

M_1 — начальная масса ракеты (полезная нагрузка + конструкция ракеты + топливо);

M_2 – конечная масса ракеты (полезная нагрузка + конструкция ракеты),

а значит такие РН не смогут выводить большой груз на орбиты, т.к. им придется доставлять на орбиту все «ступени» и этот недостаток необходимо компенсировать.

В одноразовых ракетах функцию «доставки на орбиту» выполняет 2-я ступень (иногда 3-я и более высокие) и разгонные блоки.

В частично многоразовых (как например в Falcon-9) эту функцию так же выполняет только 2-я ступень, ну а в полностью многоразовых ракетах такую функцию может выполнять – многоразовый межорбитальный буксир, способный «подхватить» груз на низкой орбите и поднять на требуемую орбиту.

Из-за отсутствия полей падения, многоразовая ракета может летать на орбиты практически с любым наклоном и если буксиры расположить так, чтобы они работали каждый на «своей высоте» и наклоне, то полезная нагрузка может доставляться почти на любые орбиты.

Основными недостатками такой схемы являются: ее сложность, время выведения, количество операций на орбите и т.д. и, как следствие, – количество нештатных ситуаций. В 1970-1980 гг. эти причины, а также недостаточный технологический уровень не позволили реализовать данную схему.

Однако, современный уровень технологий уже позволяет создавать буксиры. Например, компании D-Orbit и Group of Astrodynamics for the Use of Space Systems/GAUSS, Momentus, Northrop Grumman Innovation Systems и Spaceflight Inc. и т.д. разработали, создали, протестировали, а некоторые и запустили свои межорбитальные буксиры. Согласно отчету Space Logistics Markets консалтинговой компании Euroconsult, к 2031 г. в эксплуатацию будет введено ~120 орбитальных космических буксиров. Т.е. мировые компании начинают двигаться в этом направлении. Сложность такой схемы выведения может быть компенсирована ее дешевизной в эксплуатации (из-за «многоразовости» всех ее элементов), а возможность совмещения функций буксира и ремонтника – обеспечивает переход к идеологии обслуживаемого космоса и быстрого восстановления/ремонта транспортной системы.

С развитием услуг межорбитальных буксиров – под эту схему начнут подстраиваться и производители космических аппаратов, делая их буксируемыми и ремонтнопригодными.

Сложные проекты не терпят распыления усилий

Первым успешную попытку снижения стоимости пуска сделал SpaceX, что и обеспечило большой поток заказов (в т.ч. поддерживаемый государством). На фоне успехов SpaceX, выросли инвестиции в космические стартапы и начало появляться много ракет сверхлегкого класса. Но каких-то принципиальных успехов в ракетостроении достичь не удалось. Да, появилось много очень интересных локальных разработок, но отсутствие быстрых успехов (быстрого возврата средств) и очень большая «ресурсоемкость» (потребность в интеллектуальных ресурсах) начало приводить к постепенному уменьшению интереса частных инвесторов и, как следствие, небольших стартапов к средствам выведения.

Вкладываться в очень длинные инфраструктурные проекты, аккумулировать и фокусировать на одной задаче большое количество интеллектуальных ресурсов может себе позволить только государство. Для примера, численность участников проекта (конструкторское бюро

и экспериментальная база) по разработке Фау-2 (Полигон Пенемюнде Mittelwerk GmbH 1944г.) ~15 тыс. чел. Численность участников проекта (конструкторское бюро и экспериментальная база) Heinkel He 178 (первый реактивный самолет) составляла ~11 тыс. чел. Численность SpaceX в период создания РН «Falcon 9» (2005-2011гг.) насчитывала 6 тыс. чел., а в период создания Starlink и StarShip (2012-2022гг.) ~12тыс. чел. В СССР, в период зарождения и расцвета космонавтики картина была в целом похожа. Т.е. со временем, численность участников масштабных проектов сильно не изменяется даже с учетом современной автоматизации работы, т.к. со временем проекты усложняются.

Если Россия планирует поддерживать лидерство в средствах выведения – необходимо фокусировать интеллектуальные ресурсы на узком спектре задач и не попасться в «ловушку» их распыления.

Заключение

Подводя итог данной статьи, можно сделать следующие выводы:

1. Бурный рост интереса к космосу может быть достигнут, если доля транспортных услуг будет в пределах 1-10% от стоимости транспортируемых грузов;
2. Переход к многоразовым ракетам может позволить «выжать» из достигающей своего предела технологии ЖРД возможность необходимого снижения стоимости пуска за счет кратности использования и автоматизации подготовки к пуску;
3. Совмещение многоразовых межорбитальных буксиров с многоразовыми ракетами позволяет создать недорогую, «быстровосстанавливаемую» транспортную цепочку;
4. Чтобы реализовать такие масштабные проекты, необходима концентрация интеллектуальных ресурсов (не менее 10-15 тыс. чел. на данном направлении).

Список литературы

1. Средства выведения космических аппаратов // Кобелев В.Н., Милованов А.Г. М.: Рестарт, 2009. – 530 с.
2. Пространственная организация транспорта и мобильность [Электронный ресурс] <https://transportgeography.org/contents/chapter3/transportation-and-economic-development/transport-costs-prices-domestic-haul-unit-ed-states/>
3. Презентация Министерства транспорта РФ "О результатах деятельности Министерства транспорта Российской Федерации за 2020 год, целях и задачах на 2021 год и плановый период до 2023 года"
4. Ассоциация спутниковой индустрии, VrusceTech "Отчет о состоянии спутниковой индустрии за 2021 год"
5. Ракеты многоразового использования // И.И. Ануреев, 1975г
6. Рынки космической логистики, Евроконсалт, 2020г

List of literature

1. Means of launching spacecraft // Kobelev V.N., Milovanov A.G. M.: Restart, 2009. – 530 p.
2. The spatial organization of transportation and mobility [Electronic resource]
<https://transportgeography.org/contents/chapter3/transportation-and-economic-development/transport-costs-prices-domestic-haul-unit-ed-states/>
3. Presentation of the Ministry of Transport of the Russian Federation "On the results of the activities of the Ministry of Transport of the Russian Federation for 2020, goals and objectives for 2021 and the planning period until 2023"
4. Satellite Industry Association, BryceTech "2021 State of the Satellite Industry Report"
5. Reusable rockets // I.I. Anureev, 1975
6. Space Logistics Markets, Euroconsult, 2020

УДК 658.310.7

Анализ эффективности периферийных пусковых услуг выведения полезных нагрузок малым разгонным блоком «БОТ»

Efficiency analysis of peripheral launch services using "BOT" small upper stage

В России в последнее время активно обсуждается формирование рынка частных космических услуг, который требует формирования методических и методологических подходов к коммерциализации космической деятельности и оценки ее эффективности. Данная методическая работа может быть осуществлена, если рассматривать частные космические услуги не изолированно, а как часть процесса создания нового для России внутреннего космического рынка с различными базовыми сегментами, такими, как сегмент услуг выведения космических аппаратов. В статье предлагается подход к оценке эффективности частных космических услуг выведения космических аппаратов на примере использования малого разгонного блока «БОТ», проект которого разработан в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Представленная упрощенная схема оценки стоимости услуг, получаемых при эксплуатации малых разгонных блоков показывает, что подобный разгонный блок может быть эффективен как средство оказания периферийных пусковых услуг при выведении малых спутников как с использованием ракет-носителей, так и перспективной отечественной орбитальной станции РОСС.

The formation of private space services market has been actively discussed recently in Russia. It requires the methodological approaches formation to the space activities commercialization and assessment of its efficiency. This methodological approach can be realized if we consider private space services not in isolation, but as part of new Russian national space market creation process with various basic segments, such as the satellite launch services segment. The article suggests an effectiveness evaluation approach of private satellite launch space services by the way of example the small upper stage "BOT". "BOT" is the project developed at the Bauman Moscow State Technical University. A simplified scheme for the small upper stages services cost estimate is presented. It shows that such small upper stage can be effective as a peripheral launch service providing tool for the small satellites launch both using launch vehicles and the perspective national orbital station ROSS.

Ключевые слова: космический рынок, экономическая эффективность, малый разгонный блок, космическая услуга, базовая услуга, периферийная услуга.

Keywords: space market, economical efficiency, cost efficiency, small upper stage, space service, core service, peripheral service.



**РЫЖИКОВА
ТАМАРА НИКОЛАЕВНА**

д.э.н., профессор, профессор кафедры
экономики и организации производства
МГТУ им. Н.Э. Баумана

**RYZHIKOVA
TAMARA**

Professor, professor of Economics and Manufacturing Process
Management Department, Bauman Moscow State Technical
University, Doctor of Economics



СТАРОЖУК ЕВГЕНИЙ АНДРЕЕВИЧ

к.э.н., доцент, проректор по экономике и
инновациям, заведующий кафедрой
менеджмента МГТУ им. Н.Э. Баумана

STAROZHUK EVGENY

Assistant professor, Vice-Rector of Economics and innovations,
head of the Management Department, Bauman Moscow State
Technical University, Ph.D (Economics)



**ШАПОВАЛОВ
АНАТОЛИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ**

Аспирант кафедры аэрокосмических
систем МГТУ им. Н.Э. Баумана

**SHAPOVALOV
ANATOLII**

Ph.D student of Aerospace Systems Department, Bauman
Moscow State Technical University



ЩЕГЛОВ ГЕОРГИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

д.т.н., профессор, профессор кафедры
аэрокосмических систем МГТУ им. Н.Э.
Баумана

SHCHEGLOV GEORGY

Professor, professor of Aerospace Systems Department, Bauman
Moscow State Technical University, Doctor of Sciences in
Engineering

Введение

Проектирование и изготовление объектов космической техники, имеющих длительный срок разработки, сопровождается значительными рисками неопределенности при оценке будущей стоимости изделий из-за высокой волатильности макроэкономических показателей и национальной валюты. Во всем мире организации-разработчики космической техники работают не по рыночным законам, а по правилам государственного регулирования данного вида деятельности. Важным вопросом научной полемики является поиск путей коммерциализации в ракетно-космической отрасли (РКО), направленных на преодоление зарегулированности данной сферы, которая препятствует развитию отрасли. Проблема данного исследования обусловлена во многом отсутствием понимания коммерциализации в РКО.

Вопросы коммерциализации лежат за пределами сегментов РКО, в тех сегментах, где получают услуги с помощью ракетно-космической техники. В России деятельность Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» долгое время была ограничена созданием ракетно-космической техники и очень дозированно включала в себя как космические услуги, так и коммерциализацию своей деятельности. Сегодня, видимо пришло осознание их необходимости. Деятельность Роскосмоса будет направлена на обеспечение российской экономики наиболее востребованными космическими услугами навигации, связи и передачи данных, метео-, геодезической информации [1], то есть на расширение рынка сервисных космических услуг. Однако до создания полноценной вертикально-интегрированной цепочки еще далеко, но шаги эти предстоит

пройти для того, чтобы обеспечить коммерциализацию вновь создаваемых образцов техники. Стратегический дизайн бизнеса в сфере РКО должен привести к созданию инклюзивной системы, которая бы учитывала всех участников, от поставщиков до клиентов, создавая сервис, который будет сосредоточен вокруг пользователя, что должно позволить оценить востребованность бизнеса и его эффективность [2].

Все это требует адаптации коммерческих подходов к ценообразованию и экономической эффективности в имеющихся условиях. Исходя из генезиса определенных «эффективности» и ее применимости в РКО, напрашивается вывод, что это совокупность теоретических, методологических, организационно-методических и мультиотраслевых аспектов, направленных на решение научных задач в условиях ограничения ресурсов, неопределенности и динамики сопредельных рынков. А следовательно, чтобы ее решить, необходимо отойти от традиционных взглядов на данную проблему.

Поиск новых подходов к расчету экономической эффективности на космическом рынке, является востребованным на современном этапе, тем более что руководство РКО заявляет о необходимости привлечения частных инвесторов [3]. Однако здесь имеется в виду создание малых КБ, а понимание коммерциализации в РКО касается создания рынка космических услуг. Имеющийся научный задел в рассматриваемой

области исследования оставляет неизученными вопросы экономической эффективности объектов в РКО.

Понятие «экономическая эффективность» характеризует общую или удельную (в расчете на единицу затрат или ресурсов) эффективность деятельности предприятия или объекта за определенный промежуток времени [4]. Стандартные методы оценки эффективности инвестиций [5-9] имеют ограничения в РКО, так как горизонт таких расчетов очень длительный, до нескольких десятилетий, и, следовательно, он минимизирует будущие денежные потоки в процессе дисконтирования.

Одним из возможных путей коммерциализации в РКО является поиск новых видов услуг и сервисов. Примером инновации в данной области является произошедшее разделение единой ранее пусковой услуги для малых КА на две различные услуги, как показано на рис.1.

Базовая пусковая услуга включает в себя выведение космического аппарата на опорную орбиту, например путем кластерного пуска или путем доставки аппарата на орбитальную станцию.

Периферийная пусковая услуга включает в себя формирование индивидуальных параметров орбиты космического аппарата путем использования специализированного малого разгонного блока. В англоязычной литературе для подобной услуги часто используется термин «кастомизация орбиты».

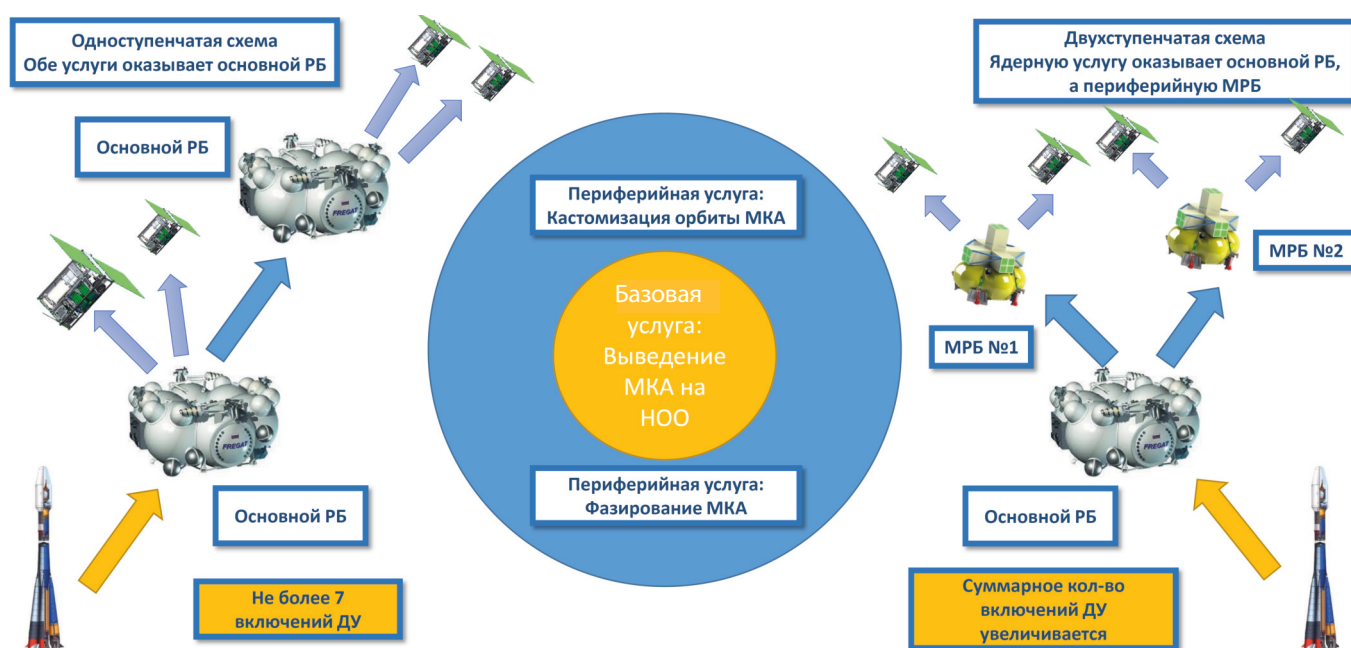


Рис. 1. Схема разделения услуги выведения на МРБ «БОТ» (составлено авторами по результатам исследования)

Комплекс из двух описанных выше услуг может быть оказан как одной фирмой-исполнителем, так и различными фирмами. Например, фирма SpaceX оказывает как базовые услуги кластерного выведения на РН Falcon 9, так и услуги кастомизации орбит с использованием МРБ Sherpa [10]. Другим примером является фирма D-Orbit, оказывающая на базе ядерной услуги SpaceX периферийные услуги при помощи МРБ ION Satellite Carrier [11]. При этом фирме, предоставляющей базовые пусковые услуги с помощью многоразовых ракет носителей большой грузоподъемности, оказывается выгодно передавать периферийные пусковые услуги на аутсорсинг. Этим может быть объяснен резкий рост числа проектов малых разгонных блоков. Помимо двух описанных выше, в настоящее время за рубежом успешно реализуется еще как минимум шесть проектов МРБ: Photon [12], Vigoride [13], Reliant [14], Spacevan [15], Orbiter [16], IOSHEXA [17].

Техническая эффективность МРБ определяется, очевидно, эффективностью многоступенчатой ракетной системы по сравнению с одноступенчатой. Более тяжелый разгонный блок, выполняющий функции первой ступени, выводит кластер малых разгонных блоков с полезными нагрузками на опорную орбиту выполняя энергетически затратные маневры, например поворот плоскости орбиты (см. рис.1). А малые разгонные блоки, выполняют функции второй ступени формируя целевые индивидуальные орбиты спутников (см. рис.1). Использование множества МРБ в одном пуске многоразовой ракеты-носителя типа Falcon-9 позволит в ближайшие годы выводить и формировать в течение нескольких часов орбитальную группировку

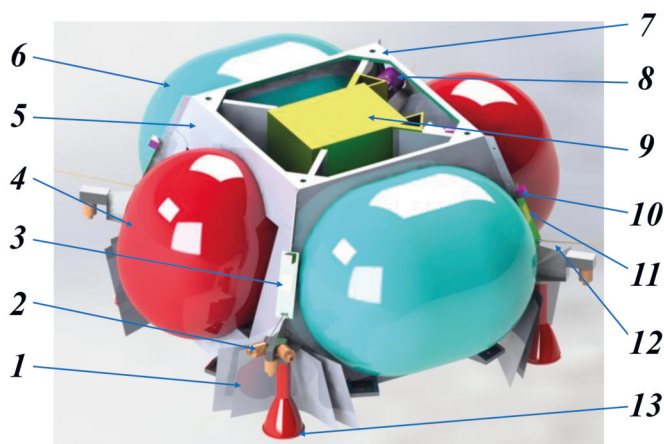
из 200 малых спутников, что существенно повысит возможности США по оперативному развертыванию мегагруппировок (созвездий) спутников любого назначения.

Разработка отечественного МРБ для оказания периферийных пусковых услуг является в таких условиях актуальной задачей российской коммерческой космонавтики. В рамках проектов Национальной Технологической инициативы АНО «АЭРОНЕТ» организовало и успешно провело конкурсы инженерных записок и аванпроектов МРБ [18]. Одним из победителей конкурса стал проект МРБ «БОТ», разработанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Целью настоящей статьи является анализ экономической эффективности данного МРБ. Основными задачами исследования является анализ цены МРБ и периферийной пусковой услуги в сегменте пусковых услуг ракет-носителей и в сегменте услуг перспективной орбитальной станции РОСС.

Описание МРБ «БОТ»

Малый разгонный блок «БОТ» (аббревиатура от «Бауманский орбитальный тягач») предназначен для оказания услуги по доставке малых и сверхмалых космических аппаратов в заданную область околоземного космического пространства. МРБ «БОТ» может использоваться в качестве третьей (апогейной) ступени или разгонного блока ракеты-носителя (РН) сверхлегкого класса (в том числе конверсионной твердотопливной РН); в качестве дополнительного космического буксира для оказания периферийной услуги кастомизации параметров орбиты при кластерном запуске большой группировки спутников РН и РБ среднего/тяжелого



- | | |
|--|---|
| 1 – тепловой экран | 7 – шпангоут стыка с полезной нагрузкой |
| 2 – реактивный двигатель системы ориентации на холодном газе | 8 – звездный датчик |
| 3 – блок антенн | 9 – агрегатный отсек |
| 4 – баллон с метаном | 10 – антенна АПСН |
| 5 – корпус | 11 – антенна УКВ |
| 6 – баллон с кислородом | 12 – маршевый реактивный двигатель |

Рис. 2. Компоновочная схема МРБ «БОТ» (составлено авторами по результатам исследования)

класса (см. рис. 1). Таким образом МРБ «БОТ» решает проблему несоразмерности новых малых и сверхмалых КА и существующих средств выведения. Кроме этого, МРБ может использоваться как буксир в составе перспективной Российской орбитальной служебной станции РОСС.

Компоновочная схема МРБ «БОТ», разработанная на кафедре аэрокосмических систем МГТУ им. Н.Э. Баумана, показана на рис. 2. Аппарат состоит из корпуса; блока бортового оборудования, размещенного внутри корпуса; цилиндрических баллонов высокого давления с газообразным горючим и окислителем, размещенных диаметрально симметрично снаружи на стенках корпуса в ложементах и закрепленных лентами; четырех двигательных модулей, соединенных с корпусом. Для обеспечения теплового режима корпус блока снаружи закрыт слоем экранно-вакуумной теплоизоляции (на рис. 2 не показана).

МРБ «БОТ» осуществляет многоимпульсный компланарный перелет полезной нагрузки массой до 150 кг с околоземной круговой орбиты высотой 500 км на круговую орбиту высотой 800 ... 1500 км.

Основные технические характеристики МРБ «БОТ»:

- Габариты: диаметр 1200 мм высота 470 мм
- Масса сухая: 40..60 кг
- Масса стартовая: 60...110 кг
- Масса полезной нагрузки: до 150 кг
- Запас характеристической скорости: 160 ... 500 м/с

• Суммарная тяга маршевой двигательной установки: 200 Н

• Компоненты топлива: кислород-метан (газообразные)

МРБ «БОТ» предназначен для импортазамещения конкурирующих, описанных во введении МРБ, которые сегодня активно эксплуатируются и аналоги которых в РФ в настоящее время отсутствуют. Его основным преимуществом является малая себестоимость, которая достигается за счет использования рациональных технологий с высоким TRL 5...9:

- бортовой аппаратуры наноспутников «Ярило», разработанных в Молодежном космическом центре МГТУ им. Н.Э. Баумана, построенных в форм-факторе CubeSat на базе ЭКВ Industrial, проверенных в летном эксперименте;

- двигателей на газообразных компонентах топлива, разработанных на кафедре ракетных двигате-

лей МГТУ им. Н.Э. Баумана, применение которых существенно упрощает конструкцию двигательной установки и системы управления;

- модульной конструкции, позволяющей адаптировать МРБ к нуждам конкретных заказчиков.

В настоящий момент сформирована кооперация, которая закрывает 80% работ по МРБ. В нее входят 8 подразделений МГТУ им. Баумана и 4 сторонних предприятия. АО «ВПК «НПО Машиностроения» является индустриальным партнером проекта.

Анализ экономической эффективности малого разгонного блока

МРБ представляет собой средство межорбитального маневрирования, технические возможности которого позволяют образовать следующие сегменты рынка услуг:

1. Сегмент пусковых услуг, включающий услуги выведения на орбиту при помощи сверхлегкой РН (СЛРН) в качестве разгонного блока или апогейной ступени, а также услуги кастомизации орбиты и фазирования ПН для РБ среднего класса.

2. Сегмент услуг пилотируемой орбитальной станции, включая услуги запуска спутников с ее борта, услуги по выполнению экспериментов вне станции, услуги поддержки внекорабельной деятельности, включая инспекцию, транспортировку грузов, аварийное спасение экипажа и оборудования, услугу по борьбе с опасными фрагментами космического мусора, угрожающими работе станции [19].

3. Сегмент сервисных услуг, включая услуги орбитальной платформы для полезных грузов, услуги межорбитального маневрирования и коррекции орбит, услуги компенсации торможения КА под действием остаточной атмосферы, услуги по инспекции и обслуживанию КА, услуги по борьбе с космическим мусором [20].

Для понимания возможностей коммерциализации необходимо представлять себе потребность в вышеперечисленных услугах в общей системе РКО. Рассмотрим сервис предоставления информации, полученной космическими средствами (например информации ДЗЗ) [21, 22].

Цепочка создания ценности информации, поставляемой со спутников включает:

- средства выведения: ракеты-носители (РН) и разгонные блоки (РБ);
- космические аппараты, как источник ценной информации;

- операторов космических средств;
- дистрибьюторов информации
- покупателей и пользователей информации;
- рынок информации.

В этом списке получатели информации не относятся к РКО. В подобной схеме оценка экономической эффективности МРБ сильно затруднена.

Получить услуги для космического рынка можно при формировании некоторого технологического Суперсервиса, целью которого является обслуживание космического сегмента рассмотренного выше информационного сервиса. Суперсервис оказывается постоянно востребован только при значительном числе спутников в космическом сегменте. Для сравнения - один спутник ДЗЗ не требует Суперсервиса. Запуск и эксплуатация такого КА - это разовое событие, разовая услуга, разовая продажа. Она очень рискованная для РКО, которая выполняет роль ее поставщика. Преждевременный выход спутника из строя приведет к тому, что поставщик будет терпеть серьезные убытки. По этой причине затраты времени и средств на создание высоконадежного аппарата с длительным сроком службы оказываются весьма существенными. Для орбитального сегмента, состоящего из небольшого количества спутников каждое восполнение группы - это, по сути, запуск одиночного спутника. Следует отметить, что сегодня увеличение числа КА в группировке сопровождается уменьшением как их массы, стоимости, времени разработки, так и одновременно располагаемой энергетики, возможностей бортовой аппаратуры и надежности. Затраты на поддержание больших по численности группировок (так называемых созвездий) КА определяют рентабельность Суперсервиса. Услуги, востребованные в рамках «Суперсервиса информационного сервиса», полностью совпадают с услугами, которые может оказывать МРБ.

Для расширения рынка и увеличения вложений в данную сферу необходима стабилизация ценообразования. Фиксированная цена услуги позволит увеличить приток пользователей. Такая предсказуемая цена, с одной стороны даст покупателям возможность планирования бизнеса, а с другой стороны, создает риск для продавца. Высокие показатели прибыли даст такая стратегия маркетинга, которая обеспечит выполнение условия

$$C \cdot N_s^* > C \cdot N_s \quad (1)$$

где N_s^* - фактическое количество оказанных услуг, N_s - нормативная величина, на основании

которой рассчитана фиксированная цена.

Для определения фиксированной цены МРБ в качестве базового выберем единственный активный в настоящее время сегмент пусковых услуг.

Рассмотрим сценарии использования МРБ как второй ступени РБ среднего класса Фрегат. При этом базовую услугу оказывает основной РБ, а периферийную - МРБ.

Сценарий №1. МРБ с ПН отделяется от РБ Фрегат после выведения основной ПН на целевую орбиту и доставляет ПН на индивидуальную орбиту. За счет меньшей сухой массы МРБ при том же бюджете ΔV можно вывести большую по массе попутную ПН.

Сценарий №2. При мегакластерном пуске Несколько МРБ отделяются от РБ Фрегат и независимо разводят и фазируют свои ПН по индивидуальным орбитам. Достигается большая точность и безопасность выведения.

Сценарий №3. РБ Фрегат осуществляет затратные с точки зрения бюджета ΔV маневры, например, поворот плоскости орбиты. МРБ фазирует ПН в плоскости орбиты.

Сценарий №4. МРБ с ПН отделяется от РБ Фрегат после выведения на опорную орбиту и доставляет ПН на индивидуальную орбиту. За счет меньшей массы РБ Фрегат имеет больший бюджет ΔV для доставки основной ПН.

Сценарий №5. РБ Фрегат осуществляет выведение основной ПН на высокоэллиптическую орбиту или ГСО МРБ осуществляет доразгон ПН к Луне.

Анализ цены в сегменте пусковых услуг

Цена периферийной пусковой услуги, оказываемой МРБ, выводимым на НОО при помощи РН и универсального РБ среднего класса может быть оценена из условия выгоды данной услуги по сравнению с базовой услугой выведения ПН на РН сверхлегкого класса. Полная стоимость услуги складывается из стоимости ядерной услуги

$$C_C = (C_{11} + C_{12})(1 + \eta_C) \quad (2)$$

включающей C_{11} - стоимость выведения МРБ и ПН на РН среднего класса, C_{12} - стоимость адаптации МРБ с ПН к РН и РБ среднего класса, η_C - норма прибыли для ядерной услуги и из стоимости периферийной услуги

$$C_P = C_{P0}(1 + \eta_P) \quad (3)$$

включающей η_P - норму прибыли для периферийной услуги, C_{P0} - себестоимость периферийной услуги

$$C_{P0} = C_{MUS}(1 + \beta_1 + \beta_2) \quad (4)$$

где C_{MUS} – стоимость МРБ, β_1 – стоимость адаптации ПН к МРБ, отнесенная к C_{MUS} , β_2 – стоимость выведения ПН на МРБ, отнесенная к C_{MUS} . Удельная стоимость услуги выведения 1 кг ПН может быть определена как

$$s_0 = (C_C + C_P) / m_{PL} \quad (5)$$

Обозначим удельную стоимость ядерной услуги как s_C . Тогда стоимость ядерной услуги будет пропорциональна сумме масс МРБ и ПН:

$$C_C = s_C(m_{MUS} + m_{PL}) \quad (6)$$

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

$$s_0 = \mu s_{SLLV} \quad (7)$$

где μ – коэффициент, который определяется из маркетинговых исследований.

Подставляя (7) и (6) в (5) найдем удельную стоимость периферийной услуги

$$s_P = C_P / m_{PL} = s_0 - (1 + \gamma)s_C \quad (8)$$

где $\gamma = m_{MUS} / m_{PL}$ – относительная масса МРБ

С учетом (4) из (8) можно получить выражение удельной себестоимости

$$s_{P0} = C_{P0} / m_{PL} = (s_0 - (1 + \gamma)s_C) / (1 + \eta_P) \quad (9)$$

Из формулы (8) также следует условие существования периферийной услуги

$$\sigma = s_0 / s_C = (1 + \gamma) \quad (10)$$

Рассмотрим численный пример. Если принять массы $m_{PL} = 150$ кг, $m_{MUS} = 80$ кг, получим $\gamma = 0,53$. Следовательно, в соответствии с (10), должно выполняться условие $\sigma > 1,53$.

Максимальная масса ПН, выводимая РН Союз-26 на НОО составляет 8700 кг [23], масса РБ Фрегат 6280 кг [24]. Отсюда можно найти, что масса ПН, выводимая РБ Фрегат, составляет 2420 кг. Принимая стоимость пуска РН Союз с РБ Фрегат равной 48,5 млн. долл. США [25] получим удельную стоимость $S_C = 48500 / 2420 = 20$ тыс. долл. США/кг. Удельную стоимость в литературе также часто оценивают отношением стоимости РН к ее полной грузоподъемности РН. Тогда, без учета РБ, получим $S_C = 48500 / 8700 = 5,6$ тыс. долл. США/кг. Для РН сверхлегкого класса Electron удельная стоимость выведения ПН равна $S_{SLLV} = 25$ тыс. долл. США/кг [26].

Таким образом, относительная удельная стоимость выведения на НОО лежит в диапазоне $\sigma = (25/20) \dots (25/5,6) = 1,25 \dots 4,46$. Видно, что нижняя граница этого диапазона меньше критической величины 1,53.

Примем допущение о том, что $S_0 = S_{SLLV}$, то есть

клиент готов оплачивать кастомизацию выведения МРБ по цене выведения на СЛРН. Тогда в выражении (7) коэффициент μ равен единице. Отсюда для заданной $s_{SLLV} = 25$ тыс. долл. США/кг можно найти критическую удельную стоимость базовой услуги из условия $\sigma = 1,53$ $s_C = s_{SLLV} / \sigma = 25 / 1,53 = 16,3$ тыс. долл. США/кг

Назначим 15% норму прибыли для периферийной услуги, что даст $(1 + \eta_P) = 1,15$. Предположим, что $s_{P0} = s_C$ и из (9) получим

$$s_{P0} = s_0 / (2 + \eta_P + \gamma) \quad (11)$$

максимальную удельную себестоимость $s_{P0} = 9,33$ тыс. долл. США/кг. По формуле (9) это даст $C_{P0} \approx 1400$ тыс. долл. США. Если предположить, что $\beta_1 = \beta_2 = 0,25$, то из (4) себестоимость МРБ получается равной $C_{MUS} = 933$ тыс. долл. США. Окончательно стоимость периферийной услуги в приведенном примере будет равна по формуле (3) $C_P \approx 1600$ тыс. долл. США, что позволяет оценить удельную стоимость периферийной услуги $s_P = 10,7$ тыс. долл. США/кг.

Приведенный расчет носит оценочный характер, однако он показывает, что применимые технические решения и технология должны обеспечить себестоимость МРБ на уровне $C_{MUS} = 1$ млн. долл. США. Фиксированную стоимость периферийной услуги выведения желательно установить на уровне $C_P = 1,5$ млн. долл. США, что дает удельную себестоимость $s_{P0} = 10$ тыс. долл. США/кг ПН, выводимой на МРБ. При заложенной в расчете норме 15% это даст прибыль с каждого пуска $P = 225$ тыс. долл. США.

Если стоимость разработки МРБ оценить в 27,0 млн. долл. США (90% от стоимости проекта МРБ ION [27]), то при сроке окупаемости проекта в 18 лет и линейном законе окупаемости годовая прибыль, с учетом округления, составит 5,5 млн. долл. США/год. Отсюда для найденной выше фиксированной цены услуги нормативное значение годового объема пусков МРБ на РН среднего класса составит $N_S = 7$ шт/год.

Анализ цены в сегменте услуг орбитальной станции

В случае создания на основе МРБ многоразового буксира для орбитальной станции РОСС цена одного пуска будет определяться степенью его многоразовости. Современные скафандры для выхода в открытый космос имеют ресурс, составляющий 20 выходов [28]. Назначим ресурс МРБ в половину меньшим и равным $N_S = 10$ пускам.

Предполагая, что за период окупаемости проекта

в год будет совершаться 4 пуска МРБ с борта станции РОСС получим, что в период окупаемости проекта необходимо изготовить 2 МРБ, чтобы обеспечить необходимые 20 транспортных операций.

Рассматривая то же значение годовой прибыли, что и в предыдущем разделе получим, что необходимая для окупаемости Проекта прибыль от одного пуска должна составить $P=5,5/4 \approx 1,4$ млн. долл. США.

Стоимость пусковой услуги определяется формулой:

$$C = P + C_T + C_F + C_M + (C_{MUS} + C_{TO}) / N_s \quad (12)$$

где C_T – стоимость доставки ПН на станцию, C_F – стоимость доставки на станцию запаса топлива для МРБ, C_M – стоимость подготовки и проведения транспортной операции, C_{TO} – стоимость доставки МРБ на станцию.

Предположим удельную стоимость доставки грузов на орбитальную станцию равной 0,025 млн. долл. США/кг (равной стоимости пуска на СЛРН). Примем массу сухого многоразового МРБ равной $m_{MUS}=80$ кг, и массу топлива $m_F=20$ кг. Пусть за счет обеспечения многоразовости себестоимость МРБ увеличилась в два раза $C_{MUS}=2$ млн. долл. США, а стоимость подготовки и проведения транспортной операции равна половине себестоимости МРБ $C_M=1$ млн. долл. США. Тогда для массы ПН $m_{PL}=150$ кг получим полную стоимость услуги $C=7,05$ млн. долл. США, а также удельную стоимость услуги 0,047 млн. долл. США/кг и норму прибыли Проекта на данном сегменте рынка 20%.

Обсуждение результатов

Рассмотренные оценки ожидаемой нормы прибыли для различных сегментов показывают, что как в активном в настоящее время сегменте пусковых услуг, так и в перспективном сегменте услуг пилотируемой орбитальной станции можно обеспечить для МРБ норму прибыли, соответствующую общепринятым показателям в 15% ... 20%. Для оценки нормы прибыли в сегменте сервисных услуг, где МРБ может использо-

ваться в качестве агрегатного отсека для маневрирующих аппаратов, в настоящее время недостаточно данных. Однако можно предположить и в этом сегменте ожидаемую норму прибыли на уровне 15% ... 20%.

Приведенные оценки исходят из предположения, что при объеме доступных ПН в период эксплуатации МРБ позволит обеспечить 7..10 пусков в год. Найденные оценки требуют уточнения по результатам дополнительных маркетинговых исследований. Например, в расчетах было использовано допущение о единичности коэффициента μ в формуле (7), которое определяется маркетингом периферийной услуги. Требуются дополнительные исследования диапазона значений коэффициента μ . Особый интерес вызывает возможность изучения и продвижения периферийной услуги при которой клиент готов оплачивать индивидуализацию выведения МРБ по цене выше, чем цена выведения на СЛРН (случай, когда значение $\mu > 1$).

Заключение

Для обеспечения экономической эффективности МРБ цена оказываемой им услуги должна быть фиксированной и относительно низкой, но достаточной для осуществления развития. Это накладывает жесткие ограничения как на себестоимость МРБ, так и на стоимость адаптации ПН к МРБ и стоимость выведения ПН на МРБ.

Вообще, оценке экономической эффективности космической техники и, в частности, МРБ должны предшествовать целый ряд исследований, охватывающих как отдельные сегменты космического рынка, так рынок в целом, а также необходимые интеграционные процессы, возникающие в процессе появления новых сегментов.

В качестве направлений для дальнейших исследований можно выделить применение принципов стратегического дизайна космического бизнеса и методов математического моделирования, которые позволяют обосновать выбор и оценку эффективности объектов РКО.

Список литературы

1. Президент России. Рабочая встреча с главой Роскосмоса Юрием Борисовым. 26.07.2022, URL: <http://en.special.kremlin.ru/events/president/news>, (дата обращения 25.10.2022).
2. Бесеррил К., Оропеза Э. Стратегический дизайн для космического бизнеса: другой подход // Тр. 72-й Международный астронавтический конгресс (IAC), Дубай, Объединенные Арабские Эмираты, 25–29 октября 2021 г., IAC-21-E6.1.6.x65043, 8 стр.
3. Рогозин заявил, что частный капитал может прийти на предприятие «Роскосмоса» уже в 2021 году. ТАСС, 4.06.2021, URL https://tass.ru/kosmos/11561883?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop, (дата обращения 25.10.2022)
4. Атаманчук Г.В. Управление: сущность, ценность, эффективность: уч. пособие для вузов // Академический проект. Культура. Москва, 2006. 600 с.
5. Кузнецова Е.В., Шаманаев А.А., Методики бизнес-планирования, Инновационная наука, 2017, №12, С.111-112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodiki-biznes-planirovaniya> (дата обращения 25.10.2022).
6. Резяпова В.В., Кузнецова Е.В., Оценка финансовых рисков строительной организации ОАО «Трест №3» // Актуальные проблемы науки Материалы I Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Уфа, 2014, С. 61-63.
7. Муллатаиров Э.Р., Кузнецова Е.В. Экономическая целесообразность применения инновационных методов проведения ямочного ремонта автомобильной дороги // Аллея Науки. 4, №9. С. 514-517.
8. Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент. Изд-во ЮФУ. Таганрог, 2010. 122 с.
9. Советкин Ю.А., Щербина Д.В. Оценка технико-экономической эффективности разработки ракет-носителей с многоразовыми блоками первых ступеней // Вестник Самарского университета. Авиакосмическое и машиностроение, 2010, № 1 (21), С.91-96.
10. Джейсон А. Система вторичной полезной нагрузки для космических полетов (SSPS) и буксир SHERPA – новая бизнес-модель для вторичной и размещенной полезной нагрузки // Прос. 26-й ежегодной конференции AIAA/USU по малым спутникам, Логан, Юта, США, 13–16 августа 2012 г., номер документа SSC12-V-6, URL: <http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1049&context=smallsat> (дата обращения 25.10.2022)
11. D-орбита. URL: <https://www.dorbit.space>, (дата обращения 25.10.2022).
12. Ракетная лаборатория США. Руководство пользователя полезной нагрузки. ЗАПУСК.V6.6. URL: <https://www.rocketlabusa.com/assets/Uploads/Payload-User-Guide-LAUNCH-V6.6.pdf>, (дата обращения 25.10.2022).
13. Импульсное пространство. URL: <https://momentus.space/services/>, (дата обращения 25.10.2022).
14. Экзо-ланч. URL: <https://exolaunch.com/news-block-30.html> (дата обращения 25.10.2022)
15. Экзотрейл. URL: <https://www.exotrail.com> (дата обращения 25.10.2022)
16. ЛаунчерКосмос. URL: <https://www.launcherspace.com/orbiter> (дата обращения 25.10.2022)
17. Услуги по запуску SAB. URL: <https://www.sablaunchservices.com/> (дата обращения 25.10.2022)
18. Объявлены итоги первого конкурса концепций ракеты-носителя сверхлегкого класса и межорбитального малого разгонного блока, 12.04. 2021 г., URL:<https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2021/04/12/obyavleny-itogi-pervogo-konkursa-koncepciy-raketynositelya-sverhlegkogo-klassa-i-mezhorbitalnogo-malogo-razgonnogo-bloka.aspx>, (дата обращения 25.10.2022).
19. Модули Российской орбитальной станции будут выводить при помощи «небольших буксирчиков», ТАСС, 25.01.2022, URL: <https://tass.ru/kosmos/13524405>, (дата обращения 25.10.2022).
20. Зеленцов В., Щеглов Г., Майорова В., Бюшкина Т. Эксплуатация космических аппаратов как решение проблемы космического мусора // Межд. Журнал машиностроения и технологии (IJMET), 2018, 9 (7), P.1503 – 1518)
21. Рыжикова Т.Н., Князева Д.С., Агаларов З.С. Космический рынок: проблемы коммерциализации, тенденции развития, диверсификация // Материалы конференции АИП. 2021, Paper ID 2318 070012, 10 стр.
22. Боровский В.Г., Рыжикова Т.Н. Модернизация предприятий обрабатывающей промышленности России: подходы к проектированию // Исследования развития экономики России. 2015, 26(5), с.470-475.
23. Ракета-носитель "СОЮЗ-2"/Энергетические характеристики". Государственный научно-производственный ракетно-космический центр "Прогресс". URL: https://en.samspace.ru/products/launch_vehicles/rn_soyuz_2/ (дата обращения 25.10.2022)

24. Разгонный блок «Фрегат». URL: <http://www.russianspaceweb.com/fregat.html>, (дата обращения 25.10.2022).
25. Российский поставщик пусковых услуг раскрывает стоимость запуска ракеты "Союз-2.1". ТАСС, 3.10.2018, URL: <https://tass.com/science/1024055>, (дата обращения 25.10.2022).
26. Rocket Lab, лидер в области малых запусков, становится публичной через SPAC с планами по созданию более крупной ракеты Neutron. 1 марта 2021 г., URL: <https://www.cnn.com/2021/03/01/rocket-lab-going-public-via-spac-with-neutron-rocket-expansion.html>, (дата обращения 25.10.2022 г.)).
27. Майкл Шитц Итальянская космическая компания D-Orbit станет публичной через SPAC с оценкой в 1,4 миллиарда долларов. 27 января 2022 г., URL: <https://www.cnn.com/2022/01/27/italian-space-company-d-orbit-going-public-via-nasdaq-spac.html>, (дата обращения 25.10.2022).).
28. Скафандр Орлан МКС. 2013, URL: http://www.russianspaceweb.com/orlan_mks.html, (дата обращения 25.10.2022).

List of literature

1. President of Russia. Working meeting with head of Roscosmos Yury Borisov. 26.07.2022, URL: <http://en.special.kremlin.ru/events/president/news>, (дата обращения 25.10.2022).
2. Becerril K., Oropeza E. Strategic design for space business: a different approach // Proc. 72nd International Astronautical Congress (IAC), Dubai, United Arab Emirates, 25-29 October 2021, IAC-21-E6.1.6.x65043, 8 p.
3. Rogozin zayavil, chto chastnyj kapital mozhet priyti na predpriyatiya Roskosmosa uzhe v 2021 godu [Rogozin said that private capital could come to Roscosmos enterprises as early as 2021]. TASS, 4.06.2021, URL: https://tass.ru/kosmos/11561883?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop, (дата обращения 25.10.2022)
4. Atamanchuk G.V., Upravlenie: sushchnost', cennost', effektivnost': uch. posobie dlya vuzov [Management: essence, value, efficiency], Akademicheskij proekt. Kul'tura Publ. Moscow, 2006, 600 p.
5. Kuznecova E.V., Shamanaev A.A., Metodiki biznes-planirovaniya [Business planning techniques], Innovation science, 2017, №12, P.111-112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodiki-biznes-planirovaniya> (дата обращения 25.10.2022).
6. Rezyapova V.V., Kuznecova E.V., Ocenka finansovyh riskov stroitel'noj organizacii OAO «Trest No3» [Assessment of financial risks of the construction company JSC "Trust No3"] // Aktual'nye problemy nauki Materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem), Ufa, 2014, P. 61-63.
7. Mullatairov E.R., Kuznecova E.V., Ekonomicheskaya celesoobraznost' primeneniya innovacionnyh metodov provedeniya yamochnogo remonta avtomobil'noj dorogi [The economic feasibility of using innovative methods of patching repair of the highway], Alley of Science., 2017, T. 4, №9. P. 514-517.
8. Arutyunova D.V., Strategicheskij menedzhment [Strategic management], SFedU Publ. Taganrog, 2010, 122 p.
9. Sovetkin Y.A., Shcherbina D.V., Ocenka tekhniko-ekonomicheskoy effektivnosti razrabotki raket-nositelej s mnogorazovymi blokami pervyh stupenej [Assessment of technical and economical efficiency of developing carrier rockets with first-stage reusable units], Vestnik of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering, 2010, № 1 (21), P.91-96.
10. Jason A. Spaceflight Secondary Payload System (SSPS) and SHERPA Tug - A New Business Model for Secondary and Hosted Payloads // Proc. of the 26th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, Logan, Utah, USA, August 13-16, 2012, paper ID SSC12-V-6, URL: <http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1049&context=smallsat> (дата обращения 25.10.2022)
11. D-Orbit. URL: <https://www.dorbit.space>, (дата обращения 25.10.2022).
12. RocketLab USA. Payload User Guide. LAUNCH.V6.6. URL: <https://www.rocketlabusa.com/assets/Uploads/Payload-User-Guide-LAUNCH-V6.6.pdf>, (дата обращения 25.10.2022).
13. Momentus Space. URL: <https://momentus.space/services/>, (дата обращения 25.10.2022).
14. Exolaunch. URL: <https://exolaunch.com/news-block-30.html> (дата обращения 25.10.2022)
15. Exotrail. URL: <https://www.exotrail.com> (дата обращения 25.10.2022)
16. LauncherSpace. URL: <https://www.launcherspace.com/orbiter> (дата обращения 25.10.2022)

17. SAB launchservices. URL: <https://www.sablaunchservices.com/> (дата обращения 25.10.2022)
18. Ob"yavleny itogi pervogo konkursa koncepcij rakety-nositelya sverhlegkogo klassa i mezhorbital'nogo malogo razgonnogo bloka [The results of the first competition for the concepts of an ultralight class launch vehicle and an interorbital small upper stage have been announced], 12.04.2021,
URL: <https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2021/04/12/obyavleny-itogi-pervogo-konkursa-koncepciy-raketynositelya-sverhlegkogo-klassa-i-mezhorbitalnogo-malogo-razgonnogo-bloka.aspx>, (дата обращения 25.10.2022).
19. Moduli Rossijskoj orbital'noj stancii budut vyvodit' pri pomoshchi «nebol'shih buksirchikov» [Modules of the Russian orbital station will be taken out using "small spacetugs"], TASS, 25.01.2022, URL: <https://tass.ru/kosmos/13524405>, (дата обращения 25.10.2022).
20. Zelentsov V., Shcheglov G., Mayorova V., Biushkina T. Spacecrafts Service Operations as a Solution For Space Debris Problem, Int. J. of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), 2018, 9 (7), P.1503 – 1518
21. Ryzhikova T.N., Knyazeva D.S., Agalarov Z.S. Space market: Problems of commercialization, development trends, diversification // AIP Conference Proceedings. 2021, Paper ID 2318 070012, 10 p.
22. Borovskii V.G., Ryzhikova T.N. Upgrading plants in the processing industry in Russia: Approaches to design // Studies on Russian Economic Development. 2015, 26(5), P.470-475.
23. SOYUZ-2 Launch Vehicle/Power Characteristics". Progress State Research and Production Rocket Space Center.
URL: https://en.samspace.ru/products/launch_vehicles/rn-soyuz_2/ (дата обращения 25.10.2022)
24. Fregat Upper Stage. URL: <http://www.russianspaceweb.com/fregat.html>, (дата обращения 25.10.2022).
25. Russian launch service provider reveals cost of Soyuz-2.1 rocket launch. TASS, 3.10.2018, URL: <https://tass.com/science/1024055>, (дата обращения 25.10.2022).
26. Small-launch leader Rocket Lab going public via a SPAC, with plans for bigger Neutron rocket. 1 March 2021, URL: <https://www.cnbc.com/2021/03/01/rocket-lab-going-public-via-spac-with-neutron-rocket-expansion.html>, (дата обращения 25.10.2022).
27. Michael Sheetz Italian space company D-Orbit to go public via SPAC at a \$1.4 billion valuation. 27 January 2022, URL: <https://www.cnbc.com/2022/01/27/italian-space-company-d-orbit-going-public-via-nasdaq-spac.html>, (дата обращения 25.10.2022).
28. Orlan MKS spacesuit. 2013, URL: http://www.russianspaceweb.com/orlan_mks.html, (дата обращения 25.10.2022).

УДК 629.7:519.876.5:65.011.46

Цифровое моделирование и имитирование систем аэрокосмического производства с целью управления операционной эффективностью

Digital modeling and simulation of aerospace manufacturing systems to manage operational efficiency

Рассмотрено применение технологий цифрового моделирования в решении задач управления операционной эффективностью производств в аэрокосмической отрасли. Приведены характеристика и содержание понятия операционной эффективности в контексте решаемых задач. Предложено управление операционной эффективностью на основе отработки решений на цифровых двойниках производственных систем. Цифровое описание систем аэрокосмического производства и их поведения во времени выполнено с использованием методов имитационного моделирования в рамках агентного моделирования и системной динамики. Обоснованы преимущества выбранных методов, показаны области применения. С их использованием разработаны специализированные программные средства создания цифровых двойников производственных систем, адаптированные под условия и специфику аэрокосмических производств, позволяющие создавать модели оцениваемых производств в автоматическом режиме. Показан переход от операционных производственных показателей, значения которых формируются в ходе выполнения имитационных экспериментов, к финансово-экономическим показателям. Приведен механизм интеграции цифровых моделей производственных систем и инструментов финансово-экономического моделирования. Указаны инструменты целенаправленного управления операционной эффективностью с использованием методологии развертывания функций качества. Предложены подходы по декомпозиции задачи моделирования производств на разных уровнях детализации рассмотрения производства, указаны

The application of digital modeling technologies in solving the problems of managing the operational efficiency of production in the aerospace industry is considered. The characteristics and content of the concept of operational efficiency in the context of the tasks being solved are given. The management of operational efficiency based on the development of solutions on digital twins of production systems is proposed. A digital description of aerospace production systems and their behavior in time was performed using simulation methods in the framework of agent-based modeling and system dynamics. The advantages of the chosen methods are substantiated, the areas of application are shown. With their use, specialized software tools for creating digital twins of production systems have been developed, adapted to the conditions and specifics of aerospace industries, allowing you to create models of estimated industries in automatic mode. The transition from operational performance indicators, the values of which are formed in the course of simulation experiments, to financial and economic indicators is shown. The mechanism of integration of digital models of production systems and financial and economic modeling tools is given. The tools for targeted management of operational efficiency using the methodology of quality functions deployment are indicated. Approaches to the decomposition of the problem of production modeling at different levels of detail of the consideration of production are proposed, objects corresponding to the levels, restrictions and necessary data for modeling are indicated. Practical typical examples of modeling results and options for their use for aerospace enterprises are presented. An assessment of the effect of the introduction of digital

соответствующие уровням объекты, ограничения и необходимые данные для моделирования. Представлены практические типовые примеры результатов моделирования и вариантов их использования для предприятий аэрокосмической отрасли. Выполнена оценка эффекта от внедрения цифрового моделирования производств в операционную деятельность.

Ключевые слова: аэрокосмические производства, цифровые двойники, имитационное моделирование, операционная эффективность, финансово-экономическое моделирование.

modeling of production in operational activities was carried out.

Keywords: aerospace manufacturing, digital twins, simulation, operational efficiency, financial and economic modeling.



**КАБАНОВ
АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ**

к.т.н., руководитель проекта,
АО «Организация «Агат»

**KABANOV
ALEXANDER**

Ph.D (Engineering), Project Manager, JSC "Organization "Agat"



МОХОВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ

Руководитель проекта, АО «Организация
«Агат»

МОКHOV MIKHAIL

Project Manager, JSC "Organization "Agat"



ФЕДОРОВ ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ

к.т.н., доцент, главный эксперт,
АО «Организация «Агат»

FEDOROV ILYA

Ph.D (Engineering), Associate professor, Chief expert,
JSC "Organization "Agat"

Введение

Технологии цифрового моделирования с успехом применяются для повышения эффективности производств высокотехнологичных отраслей промышленности: в атомном машиностроении, судостроении, а также в аэрокосмической отрасли [1,2,3,4]. С их помощью решают задачи анализа текущего состояния производственных систем и прогнозирования их поведения в будущем. Известны примеры системного

внедрения на уровне производственных объединений. Так в АО «ОДК» с 2019 г. имитационное моделирование производств используют на корпоративном уровне для решения задач оценки инвестиционных проектов, проектов по развитию производственной системы [5,6]. Как правило, такое использование носит проектный характер. Если говорить об операционной эффективности, то здесь важно, в первую очередь, обеспечить непрерывный процесс реализации деятельности. Для

этого на многих предприятиях отрасли созданы и функционируют подразделения операционной эффективности, особенностью которых является неизбежная кросс-функциональная направленность службы. Поддержка этой деятельности не всегда может быть выполнена действующими системами промышленной автоматизации предприятия. Потому актуальными являются две задачи:

1) разработка методов и инструментов поддержки принятия решений в части операционной эффективности;

2) внедрение разработанных инструментов в существующий IT-ландшафт предприятия, с целью оперативного и постоянного мониторинга эффекта от разрабатываемых мероприятий.

Цифровое моделирование и имитирование производственных систем. Методы

С учетом особенностей, отмеченных во введении к настоящей статье, среди методов цифрового моделирования для поддержки рассматриваемой деятельности в наибольшей степени подходят методы имитационного моделирования по следующим причинам:

- создается цифровой аналог действующего производства (цифровой двойник), наиболее близкий по структуре физическому, позволяющий безопасно и незатратно отрабатывать решения по разрабатываемым мероприятиям повышения операционной эффективности с последующим их внедрением на реальном производстве;
- быстро изменяющиеся условия современного производства, необходимость в реализации мероприятий по адаптации, предполагают большое количество соответствующих конфигураций производства, для формализации описания и перевод в цифровой вид которых, другими математическими методами требуется существенно больше трудовых и временных ресурсов.

Из методов имитационного моделирования, в работе используются метод агентного моделирования и системная динамика. С помощью агентного моделирования создаются детальные модели, в которых учитываются специфические особенности и условия аэрокосмических производств на основе соответствующего воспроизведения поведения объектов системы производства. Системная динамика позволяет строить модели с абстрактным, агрегированным представлением системы производства (потоки производства,

накопители), для определения основных зависимостей в системе, оценки принципиальных решений, а также для разработки необходимых управляющих воздействий на систему.

Учитывая сложность аэрокосмического производства, в рамках которого в производстве могут одновременно находиться до нескольких тысяч единиц ДСЕ (деталей и сборочных единиц), а количество деталей-операций достигать сотней тысяч и более, а также требования комплексного рассмотрения производственных цепочек в рамках сети кооперации предприятий, возникает необходимость в декомпозиции задачи моделирования на уровни. Предлагаемые уровни декомпозиции рассматривают производство на разных уровнях его организационной структуры. Соответствующие им объекты, ограничения и данные моделирования приведены в табл. 1.

Результаты моделирования, получаемые для каждого из уровней, а также варианты их использования, будут приведены далее.

Содержание управления операционной эффективностью

Под управлением операционной эффективностью в настоящей работе с опорой на труды [7,8] понимается целенаправленное управление распределением производственных ресурсов. Управление включает планирование на основе анализа, координацию в ходе исполнения и контроль реализации. Целенаправленный характер управления предполагает, что во-первых, известны целевые ориентиры, выраженные в соответствующих показателях и уровнях их значений, во-вторых, управление осуществляется согласно предварительно разработанной стратегии управления. Основными контролируемыми параметрами, в части производства, выступают запасы (незавершенное производство), производственные циклы, пропускная способность, производительность, загрузка производственных ресурсов, время выполнения заказов. При этом, неразрывно в связке с ключевой операционной деятельностью – производством, рассматриваются маркетинг, экономика и финансы. Управление операционной эффективностью не затрагивает изменение технологического базиса производства и направлено на оптимизацию текущей деятельности без существенной перестройки системы производства. Хотя по результатам этой работы зачастую выдаются рекомендации по наиболее ключевым направлениям модернизации

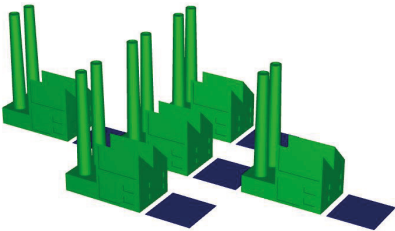
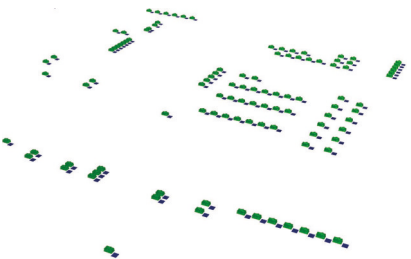
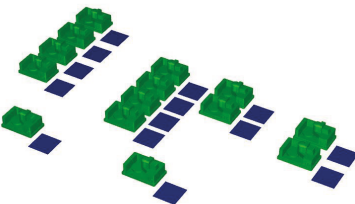
Уровни моделирования производств	Характеристика уровня моделирования	Объекты моделирования, ограничения, данные
1	2	3
Стратегический 	Наиболее укрупненный уровень моделирования, точность определяется корректным назначением циклов и мощностей производства	Единица мощности – завод или самостоятельное, как правило, предметно-замкнутое производство Единица процесса – процесс производства товарного изделия Ограничения, данные – циклы производства товарных изделий, количество (объем) мощности по производству товарного изделия
Тактический 	Средний (по оценкам) уровень моделирования, точность повышена за счет более детального (по компонентам изделия) учета циклов и мощностей	Единица мощности – цех / участок или самостоятельный технологический передел; Единица процесса – процесс производства компонента (на уровне цеха); Ограничения, данные – циклы производства агрегатов и узлов изделий, количество (объем) мощности по производству компонентов
Оперативный 	Наиболее точный уровень моделирования, точность определяется значениями трудоемкости операций, точностью описания рабочих центров и условий их работы и др.	Единица мощности – участок или рабочее место; Единица процесса – технологическая операция; Ограничения, данные – технологические циклы операций, состав и количество ресурсов: оборудование, персонал, оснастка и др.

Табл. 1. Уровни моделирования: объекты, ограничения, данные

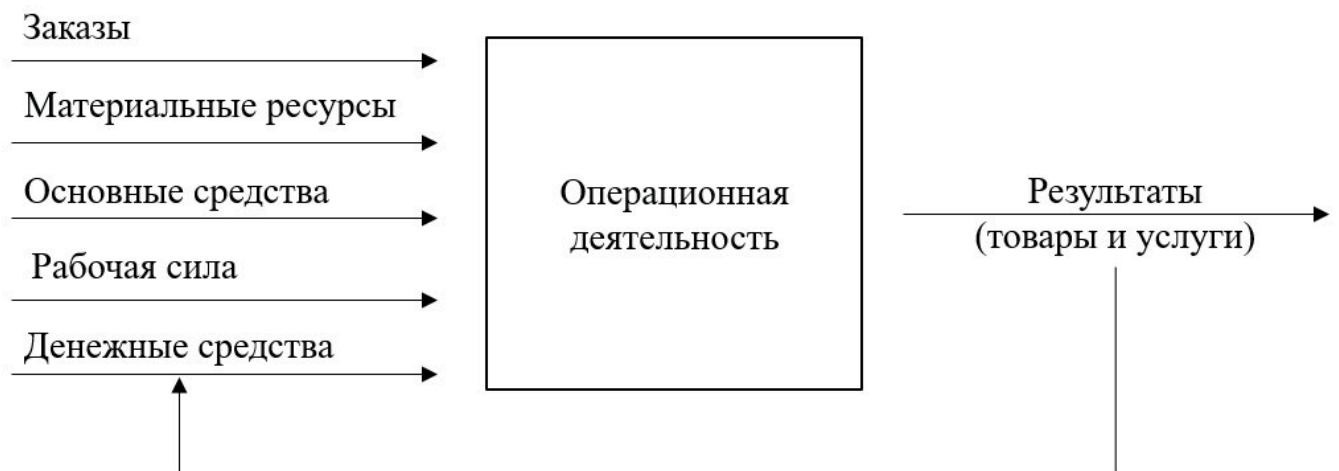


Рис. 1. Концептуальная модель управления операционной деятельностью

производства. Концептуальная модель управления приведена на рис. 1.

Для описания этой модели традиционно используют аппарат системной динамики, впоследствии также применяющийся и для анализа систем производства [9]. Система представляется в виде потоков и накопителей. Выделяют следующие основные потоки в операционной деятельности [10]:

- 1) поток заказов (поступление заказов на продукцию и преобразование их в потребности и заявки на сырье и материалы, рабочую силу, основные средства, производственные задания);
- 2) поток материальных ресурсов (движение потоков поставляемых материалов, интенсивность запуска и выпуска производства, отгрузка готовой продукции);
- 3) поток денежных средств (движение платежей, уровень денежных средств на счете);
- 4) поток рабочей силы (процессы найма, обучения и увольнения рабочих);
- 5) поток основных средств (темпы ввода и выбытия производственных мощностей);
- 6) информационный поток (обмен информацией).

Иницирующим в системе является поток заказов, для исполнения которых соответствующим образом распределяются, координируются и контролируются потоки производственных ресурсов (материальные, денежные, рабочая сила, основные средства), а управление производится на основе анализа данных информационных потоков с выдачей управляющих инструкций для достижения заданных целей управления.

Указанный подход полезен для выявления основных факторов влияния в операционной деятельности. Однако указанного представления недостаточно для разработки технических мероприятий и анализа производственного процесса с точки зрения физических источников эффекта. В этом случае используют дискретно-событийный или агентный подход. В решении практических задач приходится комбинировать эти два подхода.

Специализированные инструментальные средства моделирования производств

В АО «Организация «Агат» на основе методов агентного моделирования для создания и исследования моделей аэрокосмических производств разработана и зарегистрирована Система Динамического Моделиро-

вания (СДМ) [11]. Система позволяет связать технические показатели производства с финансово-экономическими. В рамках рассматриваемого контекста СДМ используется для решения задач повышения операционной эффективности предприятий Госкорпорации «Роскосмос», оценки инвестиционных проектов. Система предназначена для создания динамических моделей дискретных машиностроительных производств, а также планирования, моделирования и анализа производственно-логистических процессов предприятий машиностроения и Корпорации в частности. Система снабжена блоком экономических расчетов, дополняющим основной блок расчета показателей производства.

Отличительными особенностями программной системы СДМ являются:

- 1) широкие возможности для эффективного использования в системе lean-производства и повышении операционной эффективности производственных систем. Исследование факторов влияния на операционные и финансово-экономические показатели одновременно в одной модели.
- 2) широкие возможности для анализа гибких производств или производств с высокой степенью турбулентности (модернизация, переконфигурация производств), т.е. для случаев, где аналитические алгоритмы не дают результата или требуют длительной настройки.
- 3) эффективность для исследования производств на начальных стадиях жизненного цикла (ЖЦ), т.е. там, где применение промышленных систем затруднено отсутствием информационного обеспечения или устоявшейся модели производства (проектирование производств и систем их управления).
- 4) сочетание в одном решении преимущества систем класса SIM (SIM – simulation, имитационное моделирование) и APS (Advanced Planning & Scheduling – усовершенствованное планирование, класс автоматизированных систем планирования производства уровня предприятия) / MES (Manufacturing Execution System – исполнительные системы производства, класс систем планирования и управления производством цехового уровня). Позволяет планировать производство аналитическими методами и верифицировать качество производственных расписаний, в том числе из сторонних систем на имитационной модели производства.
- 5) низкий порог входа в освоении и владении

системой. Автоматическое создание модели производства без программирования, автоматическое графическое отображение технологических маршрутов, интерактивная трехмерная визуализация производственных объектов на планировке и др.

6) моделирование хода реализации производства в трехмерном представлении в динамике с учетом диапазона длительностей выполнения работ, вероятностных рисков «провала» по мощностям, недопоставки и др.

В настоящее время происходит смена парадигмы организации и устройства производства главным отличительным признаком которой является проектный характер производства (что в еще большей степени актуально для аэрокосмических производств – часто уникальных изделий) с максимальной гибкостью по его адаптации и с минимальными затратами. Указанные особенности производств нового поколения, наряду с усложнением производимой продукции, приводят к вычислительной сложности оценки и управления такими производствами, следствием которой является декомпозиция управления на уровни (ERP, APS, MES) и применение комплекса различных автоматизированных систем.

В то же время традиционные системы управления производством, созданные десятилетия назад, функционируют на базе модели в основе которой лежит серийный, поточный характер производства продукции

в рамках фиксированной конфигурации производства.

В силу этих особенностей аналитические методы расчета и оценки перспективных производств, основанные на постоянстве одной модели, уступают имитационным методам – производство оценивается по результатам реализации виртуального эксперимента.

Однако имитационные методы моделирования имеют ограничение: высокая вычислительная сложность, необходимость в большом количестве экспериментов для нахождения приемлемого решения.

Для устранения указанного ограничения инструментарий СДМ дополнен аналитическим «движком» для получения опорного базового сценария производства. В сочетании с гибкостью создания и настройки сценариев решение СДМ является перспективным средством исследования современных аэрокосмических производств.

СДМ позволяет дополнить промышленные решения по автоматизации предприятия и расширить возможности по анализу производственной деятельности. Перечень возможностей приведен на рис. 2.

Для разработки моделей производств на основе системной динамики используются свободно распространяемые инструментальные средства общего профиля, адаптируемые под специфику аэрокосмической отрасли.

Вопросы интеграции цифровых моделей производств с целью их непрерывного использования будут рассмотрены далее.

Цифровой двойник производства на базе СДМ	Цифровой двойник производства на базе APS/MES	Цифровой двойник производства на базе CAPP, PLM
• ЦД в статическом и динамическом представлении • 2D, 3D визуализация производства на планировке • расчет и 2D визуализация производственных графиков • синхронный расчет производственных и финансовых показателей • верификация исходных данных модели производства • модель производства – min адаптация • верификация производственных графиков (2 метода)	• ЦД в статическом представлении • _____ • расчет и 2D визуализация производственных графиков • расчет производственных показателей, экономические – отдельный модуль • _____ • модель производства – min адаптация • _____	• ЦД в статическом и динамическом представлении • 2D, 3D визуализация производства на планировке • _____ • расчет производственных показателей, экономические – программирование • _____ • модель производства – требует настройки и программирования • _____

Рис. 2. Дополнительные возможности цифрового моделирования на базе СДМ в сравнении с промышленными решениями

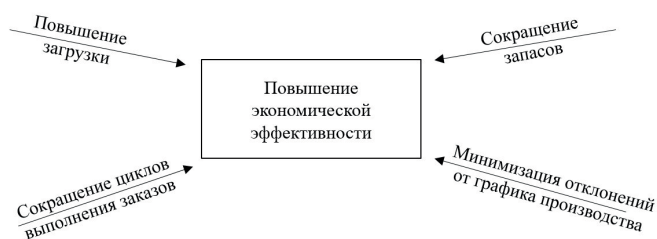


Рис. 3. Базовые показатели операционной деятельности, цели

№	Направления	Задачи	Факторы
1	2	3	4
1	Критерии заказчика	Сокращение времени выполнения заказов Повышение ценности предложения Снижение цены и стоимости эксплуатации	Срок поставки / быстрота реагирования Разнообразие предложения Кол-во и % рекламаций Кол-во и % отклоненных заказов Кол-во и % отклонений от графика Доля рынка Расширение базы заказчиков
2	Финансовые критерии	Улучшение финансового состояния: Платежеспособность; Финансовая устойчивость; Деловая активность	Поток денежных средств: Основные средства; Оборотные средства; Инвестиции; Запасы; Предоплаты (% и сроки предоплаты); Доходы будущих периодов (% и сроки предоплаты)
3	Критерии улучшения процессов	Технологический инжиниринг Выявление и ликвидация узких мест Снижение трудоемкости и вариативности процесса Оптимизация партий запуска Сокращение времени переналадки Оптимизация процессов ТОиР (техническое обслуживание и ремонт оборудования) Оптимизация оргструктуры Балансировка линии	Идентификация узких мест (очереди) Простои плановые/внеплановые Срывы сроков заказов Уровень запасов/заделов Цикл Пропускная способность Поток производства Загрузка мощностей (оборудование/площади/персонал) Трудоемкость Станкоемкость Материалоемкость OEE (Overall Equipment Effectiveness – общая эффективность оборудования)
4	Критерии повышения эффективности персонала	Обучение смежным профессиям Повышение квалификации Регулирование численности	Потребность в персонале Численность/Квалификация Сверхурочные работы/Простои

Табл. 2. Система показателей: направления, задачи, факторы

Связь производственных и экономических показателей. Система показателей

Комплексная оценка производственной деятельности ведется в системе связанных базовых показателей операционной деятельности на рис.3.

С целью учета стратегии в операционной деятельности, разработка системы показателей ведется в русле известной системы ССП (Система сбалансированных показателей) [12]. Ключевые задачи и факторы представлены в табл.2.

Интеграция цифровых моделей производств с инструментами финансово-экономического моделирования предприятий

Для оценки финансовых показателей деятельности предприятий в АО «Организация «Агат» созданы и используются инструменты финансово-экономического моделирования (ФЭМ) предприятий. Для проведения оценки в привязке к операционной деятельности в рамках направления операционной эффективности

ведутся работы по интеграции инструментов ФЭМ с цифровыми моделями операционной деятельности (производство, снабжение, поставка), в том числе с цифровыми моделями производств, реализованных в системе СДМ.

Анализ источников эффектов, анализируемых в рамках комплексной работы моделей, производится по следующим направлениям:

1. изменение выпуска продукции по показателям:

а) объем выпуска по годам, шт./г.;

б) цикл производства по основным агрегатам

и системам (соотношения вовлечения затрат в производство в разрезе статей калькуляции (ПКИ (покупные, комплектующие изделия), материалы, накладные расходы по годам);

с) трудоемкость;

д) материалоемкость;

2. изменение схемы внутриотраслевой кооперации;

Уровень	Потребители результатов моделирования		Результаты	Практические примеры вариантов использования результатов
1	2		3	4
Стратегический уровень	Директор по производству	Подразделения повышения операционной эффективности	1) Актуальный ранжированный перечень ограничений по оборудованию, персоналу, оснастке, поставке и др. для вариантов производственных программ и для каждого периода производства 2) Апробированные на моделях наборы сценариев и мероприятий под них для решения проблем производства	Подготовка производства под ожидаемый рост/сокращение объемов производства Выработка вариантов решений для устранения последствий сбоев производства Обоснование потребностей в ресурсах для модернизации производства
	ЗГД по экономике и финансам		1) Обоснованные сроки и затраты в поддержку контрактации 2) Валидированные на моделях ТЭО инвестиционных проектов и др. 3) Распределение затрат в разрезе подразделений, изделий и по срокам в поддержку финансово-экономического планирования	Понимание реальных сроков и затрат потенциальных контрактов на этапе контрактации и преддоговорных отношений Валидация ТЭО проектов Принятие решений по приоритетам и времени распределения финансовых ресурсов Операционная эффективность
	Дирекция программ/проектов		1) Согласованные в моделях наборы конфигурации производств под разные варианты реализации программ 2) Расположение и размер центров компетенций производств 3) Разделительная ведомость работ по номенклатуре	Формирование программ развития производственных мощностей холдинга Согласование конструкции, технологии, возможностей производства на этапах проектирования изделий и производств Распределение нагрузки по предприятиям холдинга

Тактический уровень	IT-служба	Подразделения повышения операционной эффективности	1) Верифицированные данные IT-систем контура MOM 2) Настроенные IT-системы контура MOM под ограничения и особенности производства (отладка на моделях производства) 3) Рекомендации по использованию IT-систем контура MOM	Верификация данных по номенклатуре, ТП, мощностям производства Повышение качества результатов планирования IT-систем контура MOM (ERP, APS, MES, SCADA) Отладка процессов взаимодействия подразделений контура MOM в части IT
	Технологическая служба (ОГТ)		1) ТП с учетом состояния и загрузки производства 1) Отработанные на моделях процессы и планы конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) 3) Направления по развитию перспективных ТП	Проектирование технологических процессов с учетом возможностей производства (декомпозиция, концентрация операций, закрепление ресурсов, и др.) Приоритизация и управление процессами КТПП Разработка мероприятий и оценка эффектов по рационализации производства
	Планово-дисп. служба (ПДО)		1) Согласованные планы подразделений 2) Рекомендации по порядку запуска и параметрам производства 3) Набор сценариев «что, если» и планы под них 4) Границы устойчивости производства	Согласование и балансировка планов производственных подразделений по номенклатуре и по срокам Определение параметров производства: периодичность, опережения, отложенный запуск; заделы; незавершенное производство; размеры партий; графики производства
Оперативный уровень	Руководители цехов, мастера участков	Подразделения повышения операционной эффективности	1) Распределение производственных заданий с учетом текущей производственной ситуации 2) Рационализация производства	Оперативный контроль и управление производством Определение мероприятий по рационализации производства Оптимизация производственных процессов в рабочих ячейках (синхронизация и согласование действий оператора, манипуляций оборудования, средств автоматизации (автоматические магазины паллет, магазины инструмента, манипуляторы и др.), оснастки, вспомогательных действий, т.ч. наладка вне оборудования и др.

Табл. 3. Возможные результаты и практические примеры вариантов использования результатов моделирования в разрезе структурных подразделений

3. изменение объемов и сроков инвестиций:

а) приоритизация инвестиционных проектов;

б) распределение поступления инвестиционных

средств проектов.

модель производства в СДМ позволяет согласовать и корректно учитывать в ФЭМ внутриотраслевую кооперацию предприятий.

Помимо получения механизма взаимного влияния операционных показателей и финансовых, цифровая

Формирование целевой операционной модели предприятия

Ключевыми, с точки зрения определения целевой операционной модели, помимо самого производства, являются процессы формирования продуктовой линейки (разработка новых изделий, модернизация существующих) и процессы модернизации производства. Связать указанные три группы процессов позволяет известная методология QFD (Quality Function Deployment – Развертывание Функций Качества) [13;14]. Для каждого изделия из номенклатуры, декомпозируются требования к техническим характеристикам и устанавливается их влияние на технологию производства с дальнейшим выходом на требования к целевой конфигурации производства. Оценка вариантов конфигураций, в сравнении с текущим производством, выполняется на основе цифрового моделирования производственной системы. Посредством этого достигается упомянутый выше целенаправленный характер управления операционной эффективностью. Опыт реализации данного подхода для аэрокосмических производств показывает, что зачастую предлагаемые в рамках инвестиционных программ, проекты их

модернизации не соответствуют перспективной программе производства.

Практические типовые примеры результатов моделирования и вариантов их использования для предприятий аэрокосмической отрасли

Ниже в табл. 3 приведены типовые возможные результаты и практические примеры вариантов использования результатов для предприятий аэрокосмической отрасли в разрезе типовых структурных подразделений и уровней моделирования.

Оценка эффекта от внедрения

Возможные эффекты по результатам разработки и отработки мероприятий операционной эффективности с использованием технологии цифрового моделирования оцениваются в следующих диапазонах:

- 1) сокращение времени выполнения заказов: на 20-30% (своевременное выполнение контракта; оценка сроков и стоимости выполнения контракта);
- 2) увеличение производительности труда: более 20% (эффективная загрузка производственных ресурсов; сокращение простоев и потребности в сверхуроч-

Показатели (KPI)	Единицы измерения	Фактическое значение (пример)	Целевое значение (пример)	Эффект
1	2	3	4	5
Объемы незавершенного производства	млн. руб.	> 200	~ 100	↓ 50%
Цикл производства изделий	мес.	9	6	↓ 30%
Сверхурочные работы	% от общего объема работ	> 50%	~ 5%	↓ 50%
Простои рабочих	% от общей занятости	> 50%	~ 25%	↓ 50%
Пропускная способность	изделий в год	10	20	↑ 50%
Вариативность цикла	ед.	4	~ 1,5	↓ 40%

Табл. 4. Оценка целевых эффектов по показателям (пример)

ных работах);

3) сокращение операционных затрат более 10% (сокращение оборотного капитала; повышение операционной эффективности).

Показатели оценки и целевые значения эффектов по показателям представлены в табл. 4.

Заключение

В заключение следует отметить, что предложенные подходы и обеспечивающие их инструменты управления операционной эффективностью аэрокосмических производств на основе цифрового моделирования: декомпозиция задачи моделирования на уровни; интеграция производственных и финансово-экономических моделей; интеграция ключевых процессов операционной деятельности (производство, формирование продуктовой линейки, модернизация производства) на основе методологии QFD, специализированные программные средства на основе агентного моделирования и системной динамики, проходят этап становления. Полученный опыт реализации подходов показывает, что даже поэтапное их внедрение позволяет существенно повысить эффективность производств.

Список литературы

1. Апанасик О., Бирова К. (2019). Оптимизация потоков производства. САПР и Графика, (5), 4-9. Получено 2022, 28 июня, из <https://sapr.ru/article/25848>
2. Федотов М.В., Девятков Т.В., Плотников А.М., Долматов М.А. (2019). Опыт создания и перспективы развития российского специализированного программного обеспечения для автоматизации моделирования процессов функционирования судостроительных производств и оценки технологической готовности предприятий к реализации перспективных производственных программ. Труды пятой Международной научно-практической конференции «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» (ИКМ МТМТС-2019), Санкт-Петербург, 10 июля 2019 г., 187-190. Получено 2022, 30 июня из <http://simulation.su/uploads/files/default/ikm-mtmts-2019-187-190.pdf>
3. Салаев Р.А., Федоров А.А., Салаева А.В. (2021). Имитационное моделирование процессов агрегатно-сборочного производства. Известия Самарского научного центра РАН, 23(1), 60-66. DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-1-60-66.
4. Щербина И.С. (2013). Имитационное моделирование как метод оценивания ресурсоемкости процесса эксплуатации технологического оборудования ракетно-космических комплексов. Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета, 4(42), 279-284.
5. В ОДК будут применять имитационное моделирование при создании центров специализации российского двигателестроения (2019, Март, 3). Получено 2022, 20 июня, из https://www.uecrus.com/rus/presscenter/odk_news/?ELEMENT_ID=3007
6. Соколов И.Л. (2021, декабрь, 1). Гид по цифровому производству: цифровое имитационное моделирование производственных систем. Управление производством. Получено 2022, 28 июня, из https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_project/cifrovoe-imitacionnoe-modelirovanie/
7. Кугаенко А.А. (2010). Экономическая кибернетика. Москва: Вузовская книга.
8. Хопп У.Дж., Спирман М.Л. (2011). Фабричная физика. Лонг-Гроув, Иллинойс: Waveland Press.
9. Стерман Джон. (2000). Динамика бизнеса: системное мышление и моделирование для сложного мира. США: Компании Макгроу-Хилл.
10. Лычкина Н.Н. (2022). Имитационное моделирование экономических процессов. Москва: ИНФРА-М.

11. Мохов, М.Ю., Ильин, И.А., Кабанов, А.А., Жамкова, В.С. (2020). Система динамического моделирования производственно-логистических процессов предприятия (СДМ) (Российская Федерация, свидетельство на программу для ЭВМ №2020664561). Москва: ФИПС, 13.11.2020 Бюл. № 11.
12. Каплан, Р.С., Нортон, Д.П. (2017). Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. Москва: Олимп-Бизнес.
13. Чайлдс, Питер, Р.Н. (2019). Спецификация. Руководство по проектированию машиностроения, Второе издание. (стр.49-73). Оксфорд: Баттерворт-Хайнеманн. Извлечено из <https://doi.org/10.1016/C2016-0-05252-X>
14. Марк Дж. де Фриз. (2009). Перевод требований заказчика в технические спецификации. Философия технологии и инженерных наук. (стр.489-512). Нидерланды: Издательство North Holland Publishing Co. Извлечено из <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51667-1.50022-7>

List of literature

1. Apanasik O., Birova K. (2019). Optimizatsiya potokov proizvodstva [Optimization of production flows]. SAPR i Grafika, (5), 4-9. Retrieved June 28, 2022, from <https://sapr.ru/article/25848>
2. Fedotov M.V., Devyatkov T.V., Plotnikov A.M., Dolmatov M.A. (2019). Opyt sozdaniya i perspektivy razvitiya rossiyskogo spetsializirovannogo programmnoy obespecheniya dlya avtomatizatsii modelirovaniya protsessov funktsionirovaniya sudostroitel'nykh proizvodstv i otsenki tekhnologicheskoy gotovnosti predpriyatiy k realizatsii perspektivnykh proizvodstvennykh programm [Experience in creating and development prospects of Russian specialized software for automating the modeling of shipbuilding production processes and assessing the technological readiness of enterprises for the implementation of promising production programs]. Proceedings of the Fifth Conference «Simulation and Complex Modeling of Marine Equipment and Marine Transport Systems» (IKM MTMTS-2019), St. Petersburg, July 10, 2019, 187-190. Retrieved June 30, 2022 from <http://simulation.su/uploads/files/default/ikm-mtmts-2019-187-190.pdf>
3. Salaev R.A., Fedorov A.A., Salaeva A.V. (2021). Imitatsionnoye modelirovaniya protsessov agregatno-sborochnogo proizvodstva [Simulation modeling of assembly production processes] Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 23(1), 60-66. DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-1-60-66.
4. Shcherbina I.S. (2013). Imitatsionnoye modelirovaniye kak metod otsenivaniya resursoyemkosti protsessa ekspluatatsii tekhnologicheskogo oborudovaniya raketno-kosmicheskikh kompleksov [Simulation modeling as a method for estimating the resource intensity of the process of operating the technological equipment of rocket and space complexes]. VESTNIK of Samara University. 4(42), 279-284.
5. V ODK budut primenyat imitatsionnoye modelirovaniye pri sozdanii tsentrov spetsializatsii rossiyskogo dvigatelestroyeniya [The UEC will use simulation when creating centers of specialization for Russian engine building] (2019, March, 3). Retrieved June 20, 2022, from https://www.uecrus.com/eng/presscenter/odk_news/?ELEMENT_ID=3007
6. Sokolov I.L. (2021, December, 1). Gid po tsifrovomu proizvodstvu: tsifrovoye imitatsionnoye modelirovaniye proizvodstvennykh sistem [Digital Manufacturing Guide: Digital Simulation of Manufacturing Systems]. Upravleniye proizvodstvom. Retrieved June 28, 2022, from https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_project/cifrovoye-imitatsionnoye-modelirovaniye/
7. Kugaenko A.A. (2010). Ekonomicheskaya kibernetika [Economic cybernetics]. Moscow: Vuzovskaya kniga.
8. Hopp W.J., Spearman M.L. (2011). Factory Physics. Long Grove, IL: Waveland Press.
9. Serman John. (2000). Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. USA: The McGraw-Hill Companies.
10. Lychkina N.N. (2022). Imitatsionnoye modelirovaniye ekonomicheskikh protsessov [Simulation modeling of economic processes]. Moscow: INFRA-M.
11. Mokhov M.Yu., Ilyin I.A., Kabanov A.A., Zhamkova V.S. (2020). Sistema dinamicheskogo modelirovaniya proizvodstvenno-logisticheskikh protsessov predpriyatiya (SDM) [System for dynamic modeling of production and logistics processes of an enterprise (SDM)] (Russian Federation, certificate for a computer program No. 2020664561). Moscow: FIPS, 11.13.2020 Bull. No. 11.
12. Kaplan R. S. and D. P. Norton (2017). Balanced scorecard. From strategy to action. Moscow: Olymp Business.
13. Childs Peter R.N. (2019). Specification. Mechanical Design Engineering Handbook, Second Edition. (pp.49-73). Oxford: Butterworth-Heinemann. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/C2016-0-05252-X>
14. Marc J. de Vries. (2009). Translating Customer Requirements into Technical Specifications. Philosophy of Technology and Engineering Sciences. (pp.489-512). Netherlands: North Holland Publishing Co. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51667-1.50022-7>

УДК 629.7:005.9

О некоторых актуальных задачах экономики и управления в ракетно-космической отрасли

On some topical problems of economics and management in the rocket and space industry

Обсуждаются актуальные проблемы экономики и управления в ракетно-космической отрасли, вытекающие из необходимости перехода на новую парадигму экономической теории. Рассмотрены две группы организационно-экономических инструментов управления проектами в ракетно-космической отрасли - приоритизация проектов на основе мнений экспертов и оценки рисков выполнения проектов в срок с помощью обобщенной аддитивно-мультипликативной модели, в которой неопределенности являются нечеткими или интервальными.

Actual problems of economics and management in the rocket and space industry, arising from the need to move to a new paradigm of economic theory, are discussed. Two groups of organizational and economic project management tools in the rocket and space industry are considered - prioritization of projects based on expert opinions and risk assessment of project implementation on time using a generalized additive-multiplicative model in which uncertainties are fuzzy or interval.

Ключевые слова: экономика, управление, ракетно-космическая отрасль, экономическая теория, проект, экспертные оценки, нечеткие числа, интервальные оценки, системная нечеткая интервальная математика.

Keywords: economics, management, rocket and space industry, economic theory, project, expert estimators, fuzzy numbers, interval estimates, system fuzzy interval mathematics.



ОРЛОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ

Профессор, д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана

ORLOV ALEKSANDER

Prof., Doctor of Economics, Doctor of Sciences in Engineering,
Ph.D (Physics and Mathematics), Bauman Moscow State
Technical University

Введение

Ракеты и полеты в космос – символы современности. Среди высокотехнологичных отраслей наиболее развитых в экономическом отношении стран современного мира (Китая, США, Индии, России), она является ведущей. Примерно 20% объема научной и образовательной деятельности ведущего технического вуза

нашей страны – МГТУ им. Н.Э. Баумана – связана с ракетно-космической отраслью. Это относится и к работе нашего научного коллектива. Сводка некоторых полученных нами научных результатов дана в монографии [1, с.158 - 254].

Обоснованные практические действия в области экономики и управления в ракетно-космической

отрасли должны опираться на экономическую теорию. Поэтому начнем с обсуждения современных теоретико-экономических проблем. Затем рассмотрим две конкретные области инструментария – установление приоритетов выполнения проектов на основе мнений экспертов и оценки рисков проектов с использованием аддитивно-мультипликативной модели.

Проблемы экономики и управления в ракетно-космической отрасли в сопоставлении с современным этапом развития экономической теории

Накопившийся опыт выполнения научных исследований в ракетно-космической отрасли привел нас к выводу о том, что адекватное решение проблем этой высокотехнологичной инновационной сферы народного хозяйства невозможно получить на основе использования устаревшего научного инструментария. Нужна новая парадигма экономической науки. Об этом говорят не только научные работники, но и государственные деятели. Прочитаем слова В.В. Путина: "Современная модель капитализма исчерпала себя как экономическая система... Мы будем руководствоваться идеологией здорового консерватизма" (Выступление В.В. Путина 21 октября 2021 года на пленарной сессии XVIII заседания Международного дискуссионного клуба «Валдай»). Поясним наше понимание этого положения. Для этого необходимо обсудить развитие экономической теории с момента ее зарождения и до настоящего времени. Цель такого обсуждения – выделить актуальные проблемы, которые предстоит решать в будущем, в частности, в течение ближайшего десятилетия.

Мы выделяем три основные этапа развития экономической науки: Аристотель – рыночная экономика – современность. Поясним диалектику развития экономической мысли.

В публикациях по истории развития экономической теории установлено, что ее основоположником, как и науки в целом, является Аристотель и его научная школа. Этот круг представлений будем называть «экономикой Аристотеля». Кратко опишем основные положения Аристотеля, используя современную терминологию.

Под экономикой он понимал науку о том, как управлять хозяйством с целью удовлетворения потребностей людей и общества. При этом Аристотель анализировал хозяйственные структуры различного масштаба. Начиная с управления домохозяйствами. Подробно

изучал предприятия, как городские (мастерские), так и сельские (фермы). Большое внимание уделял управлению хозяйством муниципальных образований (прежде всего городов-полисов), регионов (в его терминологии – сатрапиям), государств в целом. Надо подчеркнуть, что по Аристотелю организаторами хозяйственной деятельности, начиная с муниципального уровня, являются органы власти, проще говоря, государство. Весьма важно резко отрицательное отношение Аристотеля к т.н. хрематистике – распространенной и в настоящее время доктрине, согласно которой основная и единственная цель хозяйственной деятельности – получение выгоды (прибыли).

Экономическая теория, отражающая реалии хозяйственной деятельности и являющаяся ее осмыслением, в целом соответствовала научной концепции Аристотеля вплоть до XVIII в. Буржуазные революции привели к развитию и закреплению новых экономических отношений, а это, в свою очередь породило новую экономическую концепцию. В настоящее время она известна как «рыночная экономика». Это название не вполне адекватно, поскольку рыночные отношения существовали и ранее (при феодализме), и позже (при социализме).

Рыночная экономика является отрицанием концепции Аристотеля. Ее основные положения таковы.

Государство должно быть отстранено от активного участия в хозяйственной деятельности. По мнению сторонников рыночной экономики, оно должно быть не более чем «ночным сторожем», обеспечивающим порядок в общественной жизни. Как требуют рыночники и в настоящее время, государство должно уйти из экономики. Основное для успешного развития экономики – свободная конкуренция. Главными действующими лицами стали хрематистики, пользу которых резко отрицал Аристотель. Хрематистики считают целью экономической деятельности получение выгоды (например, прибыли). Вполне естественно, что приверженцы рыночной экономики поощряют деятельность в области финансовых спекуляций.

Отметим, что даже понимание самого термина «экономика» кардинально изменилось. С точки зрения рыночников концепция Аристотеля относится не к экономике, а к теории управления хозяйственной деятельностью, т.е. к менеджменту. Как следствие, менеджмент они рассматривали как вспомогательное направление, находящееся на периферии экономической науки.

С точки зрения диалектики можно сказать, что рыночная экономика – отрицание концепции Аристотеля. Как и следовало ожидать, следующий этап развития экономической науки – отрицание отрицания. В настоящее время реальная экономика является смешанной, она действует на основе сочетания плана и рынка.

Государственные деятели пришли к осознанию необходимости и полезности активного вмешательства властных структур в хозяйственную практику уже в последней четверти XIX в. Как писал американский профессор П. Друкер, 1873 г. – «конец эры либерализма – конец целого столетия, на протяжении которого политическим кредо была политика невмешательства в экономику» [15]. По нашей оценке, в центре мейн-стрима современной экономической науки лежит отрицание классической рыночной экономики XIX в., основанное на признании ее несостоятельности. Как выход из тупика, обосновывается необходимость перехода к системе управления экономикой на основе того или иного сочетания «плана» и «рынка».

В XX в. государственные властные структуры активно управляли хозяйственной жизнью во многих экономически развитых странах. Среди них назовем, прежде всего, США (отметим роль администрации президента Ф. Рузвельта во время «великой депрессии»), СССР, Германию. После Второй мировой войны государственные органы весьма активно управляли экономическими процессами в самых разных странах по всему Земному шару – в Китае, Индии, Японии, Сингапуре, Франции и т.д. Даже в наиболее «рыночной» стране – в США – доля государственного участия в экономике за XX в. выросла в 4 раза и достигла примерно одной трети [2, с.290]. (Под долей государственного участия в экономике страны понимаем отношение расходной части ее бюджета к валовому внутреннему продукту).

Английский экономист Дж. Кейнс выявил ведущее значение государства в хозяйственной практике, управлении экономической жизнью. Отметим, что научно-экономическим сообществом он признан одним из трех исследователей, внесших наибольший вклад в экономическую науку (вместе с Адамом Смитом и Карлом Марксом).

В XX в. стала заметна смена терминологии – вместо «рыночной экономики» стали говорить о «смешанной экономике».

Решаемые ракетно-космической отраслью техни-

ческие и управленческие задачи весьма сложны и объемны. Поэтому вполне естественно, что во всех странах государственные ресурсы и государственное управление – основа ее развития. Зачастую формально независимые коммерческие организации выполняют заказы государства, получают финансирование от государства, а потому фактически входят в государственные структуры, отличаясь от них лишь большей независимостью во внутреннем управлении.

Обсудим развитие и борьбу двух противоположностей (двух полюсов) в организации экономической жизни. Первая из них соответствует централизованной системе, действующей с целью удовлетворения потребностей всех членов общества. Вторая – конкурентная среда, позволяющая реализовать замыслы отдельных лиц (предпринимателей), которые стремятся к максимизации своей выгоды (прежде всего прибыли), не координируя свои действия. Сначала (во времена Аристотеля) преимущество было у первого полюса, затем, во времена классической рыночной экономики, на передний план вышел второй полюс, а в течение последних 150 лет два полюса органически взаимодействуют. Хотя роль первого полюса монотонно увеличивается, второй полюс необходим для обеспечения возможности реализации идей отдельных лиц, например, для развития инновационных стартапов, идущих от первоначальных идей до их промышленного воплощения.

Из сказанного следует, что взамен «рыночной экономики» необходима новая парадигма экономической теории. В качестве ее основы считаем целесообразным опираться на солидарную информационную экономику (СИЭ). Речь идет о базовой организационно-экономической теории, которую мы разрабатываем.

В понятии «солидарная информационная экономика» – три составляющие, соответствующие трем словам в ее названии. Экономикой понимаем по Аристотелю, согласно основной идее которого цель хозяйственной деятельности – удовлетворение потребностей людей и общества (а не получение выгоды, прибыли, как предлагают считать хрематистики, противники Аристотеля). Вторая составляющая, отраженная в прилагательном «информационная», указывает на концепцию цифровой экономики, основанной на современных информационно-коммуникационных технологиях, которые преобразуют средства производства революционным образом. Третья составляющая, выраженная прилагательным «солидарная», означает, что хозяй-

ственные отношения должны строиться на основе солидарности, взаимопомощи, а не конкуренции. Теоретические основания СИЭ подробно раскрыты в монографии [3].

В последние годы в научно-экономическом мире обсуждают последствия развернутого внедрения современных информационно-коммуникационных технологий – цифровой экономики и технологий искусственного интеллекта. Считают, что речь идет о четвертой промышленной революции. Многочисленные отклики породили дискуссии на Давосском экономическом форуме в 2020 и 2021 гг. Популярна стала концепция «великой перезагрузки». Она была сформирована проф. К.Швабом, основателем Давосского форума. Полагают, что мир вступает в принципиально новый период развития. Он характеризуется новыми производственными отношениями, победа которых обусловлена бурным развитием новых производительных сил, которые обычно характеризуют как цифровые.

Эти идеи для нас не новы. Мы уже давно к ним пришли. С 2007 г. мы строим новую политэкономия, основную концепцию которой мы сначала называли «неформальная информационная экономика будущего», а затем стали использовать термин «солидарная информационная экономика (СИЭ)». Мы полагаем, что управление хозяйством следует вести на основе современных информационно-коммуникационных технологий. По нашему мнению, цифровая экономика – это и есть система управления хозяйством с помощью современных информационно-коммуникационных технологий [3]. Как примеры предтеч цифровой экономики рассматриваем проект ОГАС В.М. Глушкова (реализован частично в виде разнообразных АСУ) и систему КИБЕРСИН английского кибернетика Ст.Бира (применена в Чили). Наша основная идея состоит в том, что исходящая из современной трактовки идей Аристотеля концепция СИЭ является стержнем новой парадигмы экономической науки, идущей на смену «рыночной экономики».

Согласно современной теории управления в социально-экономической сфере (т.е. менеджмента) разработка, принятие и реализация управленческих решений осуществляется с учетом пяти групп факторов, а именно, социальных, технологических, экономических, экологических, политических. Экономическая наука изучает только одну из этих пяти групп факторов. Следовательно, экономику надо рассматривать как

часть менеджмента, понимаемого как наука об управлении людьми.

В СИЭ установлено, что развитые к настоящему времени теория принятия управленческих решений и информационно-коммуникационные технологии обеспечивают возможность проектирования, реализации и внедрения цифровой экономики, которая должна обеспечивать выявление потребностей людей и общества, а затем планирование производства с целью их удовлетворения. Как известно, одна из основных функций менеджмента на предприятии – прогнозирование и планирование. Здесь идет речь о реализации той же функции управления как, в отдельно взятой стране, так и в масштабах всей Земли. Для осуществления этой программы на современном уровне развития цифровых производительных сил требуется только воля руководства хозяйственной единицей (предприятия, региона, страны), обеспечивающая преобразование её системы управления. Из сказанного следует, что российское государство может и должно снова стать основным действующим лицом в экономике, последовать за большинством развитых и развивающихся стран.

Известно, что в рамках плановой системы управления экономикой удастся реализовать любые рыночные отношения. Следовательно, «план» не менее эффективен, чем «рынок».

СИЭ возникла не на пустом месте. Как уже отмечалось, ее основными предшественниками являются Аристотель, В.М. Глушков, Ст. Бир. Близкие к СИЭ идеи развивали многие специалисты, как теоретики, так и практики. Упомянем в этой связи Френсиса Бэкона, Генри Форда, Карла Полаanyi. На современном этапе для развития СИЭ весьма важны теоретические разработки и практические результаты, достигнутые в Китайской народной республике. Как известно, она с 2014 г. является наиболее мощной в экономическом плане державой современности (с наибольшим в мире объемом валового внутреннего продукта, измеренного в сопоставимых ценах, т.е. на основе использования паритета покупательной способности).

Проведя развернутые расчеты, экономисты В.Пол Кокшотт и Аллин Ф.Коттрелл из Шотландии убедительно обосновали теоретическую возможность организации производства так, чтобы полностью удовлетворить потребности людей и общества. Эта задача решается в масштабах страны или человечества. Производство и распределение проводится путем непосредственного продуктообмена [5, 6]. Экономисты из Шотландии

выяснили, что для математического обеспечения оптимальных управленческих решений в рамках мирового хозяйства вполне достаточно мощностей стандартных современных компьютеров. Из сказанного следует, что в XXI в. нельзя согласиться с известной среди экономистов критикой Хайеком планового хозяйства. Он исходил из того, что в середине XX в. невозможно было провести расчет оптимального плана развития страны, используя имеющиеся в то время компьютеры. Следствием работ Пол Кокшотта и Аллин Коттрелла является утверждение о том, что Госплан СССР в принципе не мог организовать оптимальное планирование народного хозяйства нашей страны из-за недостатка вычислительных мощностей. Однако в настоящее время уже имеется принципиальная возможность выполнения такой работы.

Применительно к ракетно-космической отрасли концепция СИЭ раскрыта в докладе [4], а также в монографиях [1, 3].

Установление приоритетов проектов в ракетно-космической отрасли на основе оценок экспертов

От обсуждения методологических проблем перейдем к конкретным задачам экономики и управления в ракетно-космической отрасли (РКО). Начнем с рассмотрения методов анализа экспертных упорядочений с целью построения интегрального показателя приоритетности применительно к проектам в РКО.

Начальный этап – формирование перечня возможных объектов экспертизы. Затем устанавливаются приоритеты. Другими словами, проекты располагают в порядке предпочтения для реализации. Самый приоритетный проект реализуется первым. Затем приходит очередь второго, затем – третьего, и т.д.

Чтобы решить поставленную задачу, будем использовать методы сбора и анализа экспертных оценок [5]. Многообразие таких методов посвящена монография [16]. На предприятии (в организации) для выявления приоритетности проектов (в том числе НИОКР) приказом руководителя предприятия создают комиссию экспертов.

Рассмотрим два подхода к выявлению приоритетов экспертным путем [2]. В первом из них ответы экспертов – упорядочения (ранжировки) объектов экспертизы на основе опыта и интуиции. Во втором – формируют перечень факторов, дают экспертные оценки их выраженности, затем по этим оценкам вычисляют обобщенный показатель.

В первом подходе каждый эксперт представляет организаторам экспертизы упорядочение (нестрогое), т.е. – в терминах прикладной статистики – кластеризованную ранжировку. Она выражает его мнение, например, что седьмой объект экспертизы – лучший, первый следует за ним по приоритету, второй и пятый имеют одинаковый приоритет, за ними следует первый, и т.д.

Используют несколько способов расчета итогового мнения комиссии экспертов – исходя из анализа экспертных упорядочений [2]. Приведем сжатую информацию о них.

Система из трех методов исходит из таблицы рангов проектов или иных объектов экспертизы (ранг – это место в упорядоченном по возрастанию оценок экспертов). Сравнивают объекты экспертизы двумя способами – по величине средних арифметических рангов, а затем используя медианы рангов. Полученные две вспомогательные кластеризованные ранжировки дают два варианта обобщенного мнения экспертной комиссии. Упорядочения некоторых пар объектов экспертизы одинаковы для обоих вариантов. Как показывает наша обширная практика, таких пар большинство. Общая теория устойчивости [7] рекомендует обрабатывать одни и те же данные несколькими способами. Те заключения, которые оказываются одинаковыми при использовании различными способами, обычно соответствуют объективной приоритизации.

Но для некоторых пар объектов экспертизы упорядочения в двух указанных выше вариантах ранжирования могут оказаться различными. Поэтому строим согласующую ранжировку. В ней в кластеры заключены объекты экспертизы, упорядоченные по-разному в двух вариантах (или те, которые равноценны в обоих), а упорядочение объектов экспертизы и их кластеров отражает выводы, которые остаются прежними при смене варианта.

Правила получения согласующей ранжировки даны в теории сбора и анализа экспертных оценок [16]. Важно отметить, что описанный метод упорядочения объектов экспертизы имеет преимущества по сравнению с довольно известным методом Саати (анализа иерархий). Указанный метод не соответствует современной теории измерений, которая входит в статистику нечисловых данных [17]. У него есть и другие недостатки, прежде всего выявленные проф. В.В. Подиновским [6].

Альтернативный подход к нахождению итогового мнения экспертной комиссии – вычисление медианы Кемени экспертных упорядочений. Однако этот расчет

можно провести лишь с помощью соответствующего программного продукта, в то время как получение согласующей ранжировки не требует использования компьютеров.

Подчеркнем практическую пользу научного результата, который относится ко всем экономико-математическим методам и моделям, не только к проблеме приоритизации проектов. Согласно [7] имеющиеся у исследователя данные рекомендуем проанализировать с помощью нескольких методов. Близость полученных результатов дает основания полагать, что выводы соответствуют реальности. Если же результаты расчетов заметно отличаются, то на них нельзя опираться при принятии управленческих решений.

Второй подход к упорядочению объектов экспертизы состоит в сравнении значений некоторой функции, рассчитанной по значениям факторов, определенных для этих объектов. Вид функции определяют организаторы экспертизы. Таким образом, объекты упорядочиваются не непосредственно, как в первом подходе, а в результате процедуры, состоящей из трех шагов. На первом шаге эксперты оценивают значения факторов, соответствующих объекту экспертизы. Затем на втором шаге организаторы экспертизы вычисляют значение интегрального показателя. Наконец, на третьем шаге объекты экспертизы упорядочивают в соответствии со значениями интегрального показателя.

Процедура приоритизации начинается с разработки перечня факторов, значения которых определяют принимаемое решение. При практическом применении подхода на основе перечня факторов рабочей группе (т.е. организаторам экспертизы) следует пройти ряд этапов, на каждом из которых требуется решить соответствующую промежуточную задачу [16]. Кратко рассмотрим их.

А. На первом этапе для каждого фактора следует сложение значений различных факторов. В частности, нельзя использовать натуральные показатели. Например, из-за того, что сложение измерений в килограммах и денежных единицах не имеет смысла. Целесообразно использовать одну и ту же балльную шкалу для всех используемых в исследовании факторов. Подчеркнем, что согласно теории измерений баллы – это не натуральные числа, а измерения в порядковой шкале [2, 16].

Б. Сформировать систему факторов. Опишем рекомендуемую нами процедуру решения этой промежуточной задачи. Исходный набор факторов определ-

яет рабочая группа (организатор экспертизы). Например, в [2] разобран условный пример «Таня Смирнова выбирает место работы», в котором исходный набор состоит из 8 факторов. После выбора исходного набора факторов эксперты сначала расширяют исходное множество факторов, а потом сужают. Поясним подробнее. На первом этапе группа экспертов в ходе свободной дискуссии (например, в форме мозгового штурма [16]) расширяет множество факторов для того, чтобы путем включения новых факторов отразить их возможные влияния на результат упорядочения проектов. Как показывает наша практика, число факторов, как правило, увеличивается в несколько раз.

Затем на втором этапе решения рассматриваемой промежуточной задачи необходимо сузить полученное на первом этапе множество факторов до сравнительно небольшого числа факторов, достаточного для подготовки управленческого решения. По нашему мнению, целесообразно ограничиться 7-9 факторами. Для сужения множества факторов проводим вспомогательное экспертное исследование. В нем просим экспертов выбрать некоторое количество наиболее важных факторов. Число отобранных факторов должно быть не более указанной организатором экспертизы границ, например, не более 5. Экспертная комиссия принимает решение по правилу большинства. Это значит, что для дальнейшего использования отбираем факторы, за которые отданы голоса не менее половины экспертов. Рабочая группа может использовать и другие процедуры отсека малозначительных факторов.

Факторы с целью рациональной организации выполнения дальнейших этапов исследования рекомендуем организовать в виде иерархической системы, прежде всего, разделить на группы, например, группа профессиональных факторов и группа социальных факторов.

Как следует из сказанного, при планировании процедуры формирования системы факторов для использования в конкретной ситуации необходимо установить исходный перечень факторов и уровень отсека при сокращения числа параметров.

В. Соизмерить факторы по важности. При решении этой вспомогательной задачи для каждого фактора с помощью экспертов определяют соответствующий ему весовой коэффициент. Действуют по правилу – чем более заметное влияние оказывает фактор, тем выше его весовой коэффициент. Вполне естественным являются традиционные предположения о неотрицательности

весовых коэффициентов и о том, что их сумма по всем факторам равна 1.

Для определения весовых коэффициентов проводят вспомогательное экспертное исследование. Рекомендуем использовать иерархическую систему факторов, о которой шла речь при рассмотрении предыдущего пункта Б. Исследование проводим в три этапа. На первом опрашиваем экспертов с целью оценить веса групп факторов. На втором этапе эксперты оценивают веса факторов отдельно внутри каждой из выделенных организатором экспертизы групп. На третьем рабочая группа вычисляет итоговые веса факторов. Для этого вес группы умножается на вес фактора, входящего в эту группу.

Важно для практической реализации следующее замечание. Если интегральный показатель – линейная функция, то нет необходимости требовать, чтобы сумма весов была равна 1, поскольку, в частности, это дает возможность менять коэффициенты двух факторов, не обращая внимания на остальные.

Г. Для отобранных на предыдущих этапах факторов необходимо определить значения факторов для рассматриваемых объектов экспертизы. Очевидно, это должны делать эксперты, хорошо знакомые с этими объектами.

Отметим, что в рассматриваемой экспертной технологии необходимо привлекать экспертов двух отдельных групп. Первая группа работает с факторами для всех возможных объектов (см. пп. А, Б, В выше). Вторая анализирует конкретные объекты экспертизы (п. Г). На практике отдельные эксперты могут входить в обе группы.

Д. Выбрать вид интегрального (обобщенного) показателя.

Полученные при решении промежуточных задач А - Г экспертные оценки следует обработать с целью упорядочения объектов экспертизы на основе расчета интегрального показателя приоритетности проектов. Важно, что организаторы экспертизы могут выбрать различные алгоритмы расчетов. Можно порекомендовать использование взвешенных средних по Колмогорову и взвешенных медиан [2, 17].

Развитие аддитивно-мультипликативной модели оценки рисков проектов в ракетно-космической отрасли

Среди математических моделей исследования рисков важное место занимают аддитивно-мультипл-

икативные модели оценки рисков [10]. Для таких моделей будем использовать сокращение АММОР (по первым буквам полного названия). В АММОР используют трехступенчатые иерархические системы рисков, в которых по оценкам частных рисков определяют групповые оценки, а те в свою очередь объединяют в интересующую исследователя оценку общего риска. Такие модели ряд специалистов ракетно-космической отрасли использует в своих исследованиях.

Основные составляющие АММОР таковы:

1) трехступенчатая иерархическая система рисков (ее строят путем анализа рисков для конкретной прикладной ситуации на основе экспертных оценок);

2) оценки частных рисков (находят с помощью той или иной экспертной технологии для конкретного объекта экспертизы-проекта, продукта и т.п.);

3) показатели весомости (значимости, весомости, существенности, важности) конкретных видов частных рисков (их определяют на основе опроса экспертов в конкретной прикладной области);

4) алгоритмы вычисления оценок групповых рисков по оценкам частных рисков и оценки общего риска, исходя из оценок групповых рисков (по виду этих алгоритмов модели рассматриваемого типа получили свое название, так как в них групповые риски оцениваются путем сложения оценок частных рисков, т.е. аддитивно, а результирующая оценка общего риска находится мультипликативно по оценкам групповых рисков).

Создание АММОР для анализа конкретной ситуации начинается с построения трехуровневой иерархической системы рисков. После этого экспертным путем оценивают выраженность частных рисков.

АММОР может при применяться в самых разных областях, поскольку является общей, не привязанной к конкретным ситуациям. При этом она достаточно простая, следовательно, приспособлена для практических применений и ручных расчетов. Примеры ее применения подробно рассмотрены в монографиях [2, 16].

Модели рассматриваемого типа оказались полезными в ракетно-космической отрасли. С их помощью оценивают риск того, что проект по разработке ракетно-космической техники не будет выполнен в срок. Согласно отраслевой нормативной документации выделяют восемь последовательных этапов. Каждому этапу соответствует свой групповой риск, которому соответствует экспертно выделенные частные риски. По

всем 8 группам выделено 44 частных риска. Все они указаны в статье [11].

Базовый вариант АММОР, алгоритм расчетов и примеры применения рассмотрены в наших предыдущих работах [2, 11, 18]. Рассмотрим ее основные идеи, чтобы описать предлагаемые обобщения,

Пусть в трехуровневой иерархической системе рисков выделено m групп рисков.

Каждому частному риску соответствуют два показателя – выраженность (показывает, насколько риск значителен в рассматриваемой конкретной ситуации) и весомость (насколько частный риск влияет на групповой риск). Эти показатели должны быть оценены. Как и для оценки любой неопределенности, могут быть применены три разработанных к настоящему времени математических подхода – вероятностно-статистический, на основе статистики интервальных данных, с использованием теории нечеткости. В каждом из этих подходов определены операции умножения и сложения для используемых величин.

Через показатели выраженности и весомости частного риска его оценка вычисляется как их произведение. Оценка группового риска Q_i равна сумме оценок частных рисков, входящих в эту группу, $i = 1, 2, \dots, m$. Оценка общего риска Q через оценки групповых рисков определяется так:

$$Q = 1 - (1 - Q_1)(1 - Q_2) \dots (1 - Q_m) \quad (1)$$

Описанный алгоритм будем использовать и тогда, когда оценки частных рисков – интервальные или нечеткие. Оценки групповых рисков рассчитываются по оценкам частных рисков согласно аддитивной схеме, а оценка общего (итогового) риска выражается через оценки групповых рисков в соответствии с мультипликативной схемой (согласно формуле (1)).

Итоговая оценка общего риска Q , оценки групповых и частных рисков могут быть использованы для управления рисками.

Рассмотрим обобщения АММОР. В базовой модели (см. [2, 11] и др.) частные риски оценивались баллами 0, 1, 2, 3, 4, 5, а коэффициенты весомости – вещественными (действительными) числами. В настоящей статье мы предлагаем обобщение базовой модели, в которой:

- 1) используются различные системы баллов,
- 2) однозначные оценки выраженности и весомости частных рисков заменены их размытыми аналогами, а именно, являются нечеткими треугольными числами или интервальными числами.

Поясним. Ранее мы принимали, что оценки выраженности и весомости – действительные числа. Однако очевидно, что на практике эти значения определяются лишь с некоторой точностью, имеют погрешности, им свойственны неопределенности. В соответствии с теорией устойчивости математических методов и моделей [7] при оценке рисков целесообразно использовать алгоритмы, в которых вместо вещественных чисел исходная информация – это интервальные или нечеткие числа. Подход к разработке и апробации алгоритмов оценки размытости (погрешности) итоговых оценок общего риска на основе погрешностей оценок частных рисков и показателей весомости намечен в статье [12].

Для обеспечения возможности непосредственного использования АММОР в случае интервального или нечеткого описания выраженности и весомости частных рисков необходимо применять правила выполнения операций умножения и сложения над используемыми величинами.

В интервальной математике и статистике интервальных данных [2, 17] вместо действительных чисел используют интервалы (a, b) . Арифметические операции сложения и умножения над интервальными числами хорошо известны, в частности, приведены в указанных литературных источниках.

Нечеткие числа полностью описываются своими функциями принадлежности [2, 17]. Для разработки нечеткого варианта АММОР, на наш взгляд, достаточно ограничиться частным случаем нечетких чисел – треугольными. Рассмотрим основы соответствующего математического аппарата.

Нечеткие числа задаются тремя действительными (вещественными) числами $a \leq b \leq c$, для которых функция принадлежности нечеткого числа равна 0 левее a , линейно возрастает от 0 до 1 на отрезке $[a, b]$, линейно убывает от 1 до 0 на отрезке $[b, c]$ и равна 0 правее c . График функция принадлежности такого вида имеет вид треугольника (на интервале (a, c) , на котором функция принадлежности положительна) с вершинами в точках $(a, 0)$, $(b, 1)$ и $(c, 0)$, что и объясняет ее название. Таким образом, треугольное нечеткое число полностью описывается вектором (a, b, c) .

Сумма треугольных нечетких чисел (a_1, b_1, c_1) и (a_2, b_2, c_2) такова:

$$(a_1, b_1, c_1) + (a_2, b_2, c_2) = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (2)$$

Для неотрицательных вещественных чисел a_1 и a_2 произведение треугольных нечетких чисел (a_1, b_1, c_1)

и (a_2, b_2, c_2) имеет вид

$$(a_1, b_1, c_1) \times (a_2, b_2, c_2) = (a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2) \quad (3)$$

Из всех видов нечетких чисел для использования в аддитивно-мультипликативной модели выбраны треугольные нечеткие числа, поскольку они описываются небольшим числом параметров (тремя), а результаты арифметических операций над ними не выводят за пределы множества треугольных нечетких чисел. В рассматриваемых моделях оценки рисков могут быть использованы и нечеткие числа с другими функциями принадлежности, однако расчеты и интерпретация их результатов при этом заметно усложняются.

Отметим, что два использованных нами типа описания неопределенности связаны между собой: интервальное число (a, b) можно рассматривать как нечеткое число с функцией принадлежности, которая равна 0 левее a , равна 1 на отрезке $[a, b]$ и равна 0 правее b .

Таким образом, АММОР обобщена для случая описания неопределенностей частных рисков и коэффициентов весомости двумя способами – интервальными и треугольными нечеткими числами. Построение системы оценок частных рисков и коэффициентов весомости освобождено от излишних предположений, принятых в предыдущих работах [2, 11].

В качестве примеров практического использования предлагаемого математического аппарата в [12] рассмотрено применение предлагаемого подхода для численной оценки рисков реализации инновационных проектов (моделирование с помощью треугольных нечетких чисел) и рисков успешного выполнения проектов по разработке ракетно-космической техники (моделирование с помощью интервальных чисел).

Развитый в настоящей статье подход соответствует основным положениям теории устойчивости матема-

тических моделей реальных явлений и процессов [7] и результатам системной нечеткой интервальной математики [13, 14]. Описанная выше обобщенная АММОР на основе нечетких и интервальных исходных данных может успешно применяться в различных прикладных областях для оценки рисков и управления ими.

Заключение

В настоящей статье показано, что для решения проблем ракетно-космической отрасли необходима новая парадигма экономической науки. Прослеживаем смену таких парадигм: Аристотель – рыночная экономика – современная смешанная (планово-рыночная) экономика. Солидарную информационную экономику предлагаем в качестве основы новой парадигмы экономической науки. Представлена суть этого нового научного направления, кратко рассказано о ее развитии.

Мы предлагаем два подхода к приоритизации инновационных проектов (в частности, НИОКР). Их суть раскрыта в соответствующем разделе настоящей статьи.

Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков проектов обобщена для случая описания неопределенностей частных рисков и коэффициентов весомости интервальными и треугольными нечеткими числами. Построение системы оценок частных рисков и коэффициентов весомости освобождено от излишних предположений, принятых в предыдущих работах автора. Обобщенная аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков на основе нечетких и интервальных исходных данных может успешно применяться в различных прикладных областях для оценки рисков и управления ими.

Список литературы

1. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с.
2. Орлов А.И. Теория принятия решений. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 826 с.
3. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современная цифровая экономика. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 508 с.
4. Орлов А.И. Аристотель и ракетно-космическая отрасль: к 60-летию полета в космос Юрия Алексеевича Гагарина // Актуальные проблемы глобальных исследований: глобальное развитие и пределы роста в XXI веке. Сб. статей VII Международной научной конференции, 15 – 18 июня 2021 г. / под ред. И.В. Ильина. – М.: МОСИПНН Н.Д.Кондратьева, 2021. – С. 328-335.

5. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Определение приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли // Контроллинг. 2020. № 2(76). С. 58-65.
6. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. – М.: Наука, 2019. – 103 с.
7. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 337 с.
8. Карминский А.М. Кредитные рейтинги и их моделирование. – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. – 304 с.
9. Муравьева В.С., Орлов А.И. Применение теории принятия решений при разработке сложных технических систем (Обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2022. Т.88. № 3. С. 61-72.
10. Орлов А.И. Математические методы исследования рисков (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021. Т.87. № 11. С. 70-80.
11. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. №43(232). С. 37 – 46.
12. Орлов А.И. Нечеткие и интервальные аддитивно-мультипликативные модели оценки рисков // Научный журнал КубГАУ. 2022. №177. С. 333 – 356.
13. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
14. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике: научная монография. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 405 с.
15. Друкер П.Ф. Новые реальности в правительстве и политике, в экономике и бизнесе, в обществе и мировоззрении. Пер. с англ. - М.: Бук Чембер Интернэшнл, 1994. - 380 с.
16. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки: учебник. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 436 с.
17. Орлов А.И. Искусственный интеллект: нечисловая статистика: учебник. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 446 с.
18. Орлов А.И. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков при создании ракетно-космической техники / Научный журнал КубГАУ. 2014. №102 С. 78–111.

List of literature

1. Orlov A.I., Lutsenko E.V., Loiko V.I. Organizational-economic, mathematical and software support for controlling, innovation and management: monograph / ed. S. G. Falko. - Krasnodar: KubGAU, 2016. - 600 p.
2. Orlov A.I. Theory of decision making. - M.: AI Pi Ar Media, 2022. - 826 p.
3. Loiko V.I., Lutsenko E.V., Orlov A.I. Modern digital economy. - Krasnodar: KubGAU, 2018. - 508 p.
4. Orlov A.I. Aristotle and the rocket and space industry: on the 60th anniversary of the flight into space of Yuri Alekseevich Gagarin // Actual problems of global research: global development and growth limits in the XXI century. Digest of articles of the VII International Scientific Conference, June 15 - 18, 2021 / ed. I.V. Ilyin. - M.: MOOSIPNN N.D. Kondratiev, 2021. - P. 328-335.
5. Orlov A.I., Tsisarsky A.D. Determining the priority of R&D implementation at the enterprises of the rocket and space industry // Controlling. 2020. N 2(76). P. 58-65.
6. Podinovskiy V.V. Ideas and methods of the theory of the importance of criteria in multi-criteria decision-making problems. - M. : Science, 2019. - 103 p.
7. Orlov A.I. Sustainable economic and mathematical methods and models: monograph. - M.: AI Pi Ar Media, 2022. - 337 p.
8. Karminsky A.M. Credit ratings and their modeling. - M.: Ed. house of the Higher School of Economics, 2015. - 304 p.
9. Muravyeva V.S., Orlov A.I. Application of the theory of decision making in the development of complex technical systems (generalizing

article) // Industrial laboratory. Diagnostics of Materials. 2022. V.88. N 3. P. 61-72.

10. Orlov A.I. Mathematical methods for risk research (generalizing article) // Industrial laboratory. Diagnostics of Materials. 2021. V.87. N 11. P. 70-80.

11. Orlov A.I., Tsisarsky A.D. Features of risk estimation for creating rocket and space technology // National interests: priorities and safety. 2013. N 43(232). P. 37 - 46.

12. Orlov A.I. Fuzzy and interval additive-multiplicative models of risk estimation // Scientific journal of KubSAU. 2022. N 177. P. 333 - 356.

13. Orlov A.I., Lutsenko E.V. System fuzzy interval mathematics. Monograph (scientific edition). - Krasnodar, KubGAU. 2014. - 600 p.

14. Orlov A.I., Lutsenko E.V. Analysis of data, information and knowledge in systemic fuzzy interval mathematics: scientific monograph. - Krasnodar: KubGAU, 2022. - 405 p.

15. Drucker P.F. New realities in government and politics, in economics and business, in society and worldview. Translation from English. - M.: Book Chamber International, 1994. - 380 p.

16. Orlov A.I. Artificial intelligence: expert estimation: textbook. - M.: AI Pi Ar Media, 2022. - 436 p.

17. Orlov A.I. Artificial intelligence: non-numeric statistics: textbook. - M.: AI Pi Ar Media, 2022. - 446 p.

18. Orlov A.I. Additive-multiplicative model for risk estimation in the production of rocket and space technology // Scientific journal of KubSAU. 2014. N 102. P. 78-111.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ЖУРНАЛА «ЭКОНОМИКА КОСМОСА»

Материал, предлагаемый для публикации, должен являться оригинальным, не публиковавшимся ранее в других научных изданиях, соответствовать профилю и научному уровню журнала. Решение о тематическом несоответствии может быть принято Редколлегией без специального рецензирования и обоснования причин.

В случае, если авторы считают необходимым указание вклада каждого соавтора в подготовку статьи, данная информация должна быть приложена отдельным дополнительным файлом.

Оформление статьи

Статья должна быть представлена на русском языке в виде файла в формате MS Word (.doc или .docx) стандартным шрифтом Times New Roman (12 пт.) с полуторным межстрочным интервалом. Файл с текстом статьи не должен содержать сведений об авторе или элементов текста, позволяющих идентифицировать авторство.

Объем статьи

Рекомендуемый объем статьи – от 30 тысяч знаков (с пробелами) и может составлять до 45 тысяч знаков (с пробелами).

Структура статьи

Статья должна начинаться с названия (не более 10 слов, на русском и английском языках), аннотации (200-250 слов, на русском и английском языках) и ключевых слов (не более 8 слов, на русском и английском языках).

В аннотации должны быть указаны предмет и цель работы, методология, основные результаты исследования, область их применения, выводы. Несоответствие между русскоязычной и англоязычной аннотацией не допускается.

С детальными правилами оформления статей для журнала «Экономика космоса» вы можете ознакомиться на странице официального сайта АО «Организация «Агат» в специальном разделе «Журнал «Экономика Космоса» <https://agat-roscosmos.ru/publikatsii/zhurnal-ekonomika-kosmosa/>

Издается АО «Организация «Агат». Адрес редакции: 125196, Россия Москва, ул. Бутырский вал, д. 18, стр. 1., тел. +7 499 972-90-00 · Дизайн и верстка: Прокофьева А.В. · Электронная аннотация журнала: www.agat-roscosmos.ru, раздел «Журнал «Экономика космоса». Решением Роскомнадзора от 30 июня 2022 г. серия ПИ № ФС77-83519 «Научно-экономический журнал «Экономика космоса» зарегистрирован как средство массовой информации (СМИ) · Допечатная подготовка АО «Организация «Агат», тел. +7 499 972-90-00, www.agat-roscosmos.ru · Печать: ООО «Типография «Печатных Дел Мастер», 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 12, этаж/помещ. 4/XV, ком. 12, тел. +7 495 258-96-99 · Выходит 4 раза в год · Распространяется бесплатно · Подписано в печать 27.09.2022. Формат 210x297. Издание предназначено для лиц старше 12 лет · Редакция журнала не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Мнение авторов может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за публикацию материалов о деятельности предприятий. Перепечатка любых материалов возможна только с письменного разрешения издателя. При использовании материалов ссылка обязательна. © «Экономика космоса», 2022. Контактную информацию об авторах для переписки можно получить в редакции журнала по электронной почте space-economics@agat-roscosmos.ru или по телефону +7 499 972-90-00

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель редакционного совета

Овчинников М.А. - заместитель генерального директора по административным и корпоративным вопросам Госкорпорации «Роскосмос», Председатель совета директоров АО «Организация «Агат», к.э.н.

Члены Совета

Баранов Д.А. - генеральный директор АО «РКЦ «Прогресс», д.т.н., доцент

Березной А.В. - директор Центра исследований отраслевых рынков и бизнес-стратегий ИСИЭЗ ВШЭ, д.э.н., с.н.с.

Блошенко А.В. - исполнительный директор по перспективным программам и науке Госкорпорации «Роскосмос», к.ф.-м.н.

Богатырев В.Д. - ректор Самарского университета, заведующий Кафедрой экономики Самарского университета, д.э.н. профессор

Данилин И.В. - доцент кафедры прикладного анализа международных проблем (ПАМП) МГИМО, к.п.н.

Казинский Н.В. - генеральный директор АО «Организация «Агат», главный редактор журнала «Экономика космоса»

Карутин С.Н. - генеральный директор АО «Роскартография», д.т.н., доцент

Князев А.С. - декан химического факультета ТГУ, заведующий Лабораторией полимеров и композиционных материалов ТГУ, д.х.н.

Кошляков В.В. - генеральный директор АО ГНЦ «Центр Келдыша», д.т.н.

Кравченко Д.Б. - депутат Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы по экономической политике, к.э.н.

Новиков Д.А. - директор ИПУ РАН, академик РАН, д.т.н., профессор

Попов Г.А. - директор НИИ ПМЭ МАИ, академик РАН, д.т.н., профессор

Сазонов В.В. - декан Факультета космических исследований МГУ, д.ф.-м.н., доцент

Соловьев В.А. - генеральный конструктор по пилотируемым космическим системам и комплексам, генеральный конструктор – заместитель генерального директора ПАО «РКК «Энергия», академик РАН, д.т.н., профессор

Старожук Е.А. - проректор по экономике и инновациям, заведующий кафедрой менеджмента, Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, к.э.н., доцент

Суворов П.А. - исполнительный директор по экономике Госкорпорации «Роскосмос», к.э.н.

Фалько С.Г. - заведующий кафедрой «Экономика и организация производства» (ИБМ-2) МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.э.н., профессор

Хрусталева Е.Ю. - заведующий Лабораторией имитационного моделирования взаимодействия экономических объектов ЦЭМИ РАН, д.э.н., профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Члены Коллегии

Грошев И.В. - АО «Организация «Агат», д.э.н., д.п.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ

Иванов Д.Ю. - директор Института экономики и управления Самарского университета, заведующий кафедрой менеджмента и организации производства Самарского университета, д.э.н., профессор

Макаров Ю.Н. - директор Департамента стратегического планирования Госкорпорации «Роскосмос», д.э.н., к.т.н., с.н.с.

Мысляева И.Н. - заведующая кафедрой экономики и управления в космической отрасли (Факультет космических исследований) МГУ, д.э.н., профессор

Орлов А.И. - профессор кафедры «Экономика и организация производства» (ИБМ-2) МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор

Рыжикова Т.Н. - профессор кафедры «Экономика и организация производства» (ИБМ-2) МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.э.н., профессор

Семенов В.В. - советник генерального директора АО «НПО «Техномаш», д.э.н.

ЭКОНОМИКА КОСМОСА

номер 1(1)
2022

ISSN 2782-5191



9 772782 519001 >



Журнал
доступен
On-line



АО «ОРГАНИЗАЦИЯ «АГАТ», 125196, Россия Москва, ул. Бутырский вал, д. 18, стр. 1, телефон: +7 499 972-90-00,
e-mail: info@agat-roscosmos.ru, www.agat-roscosmos.ru