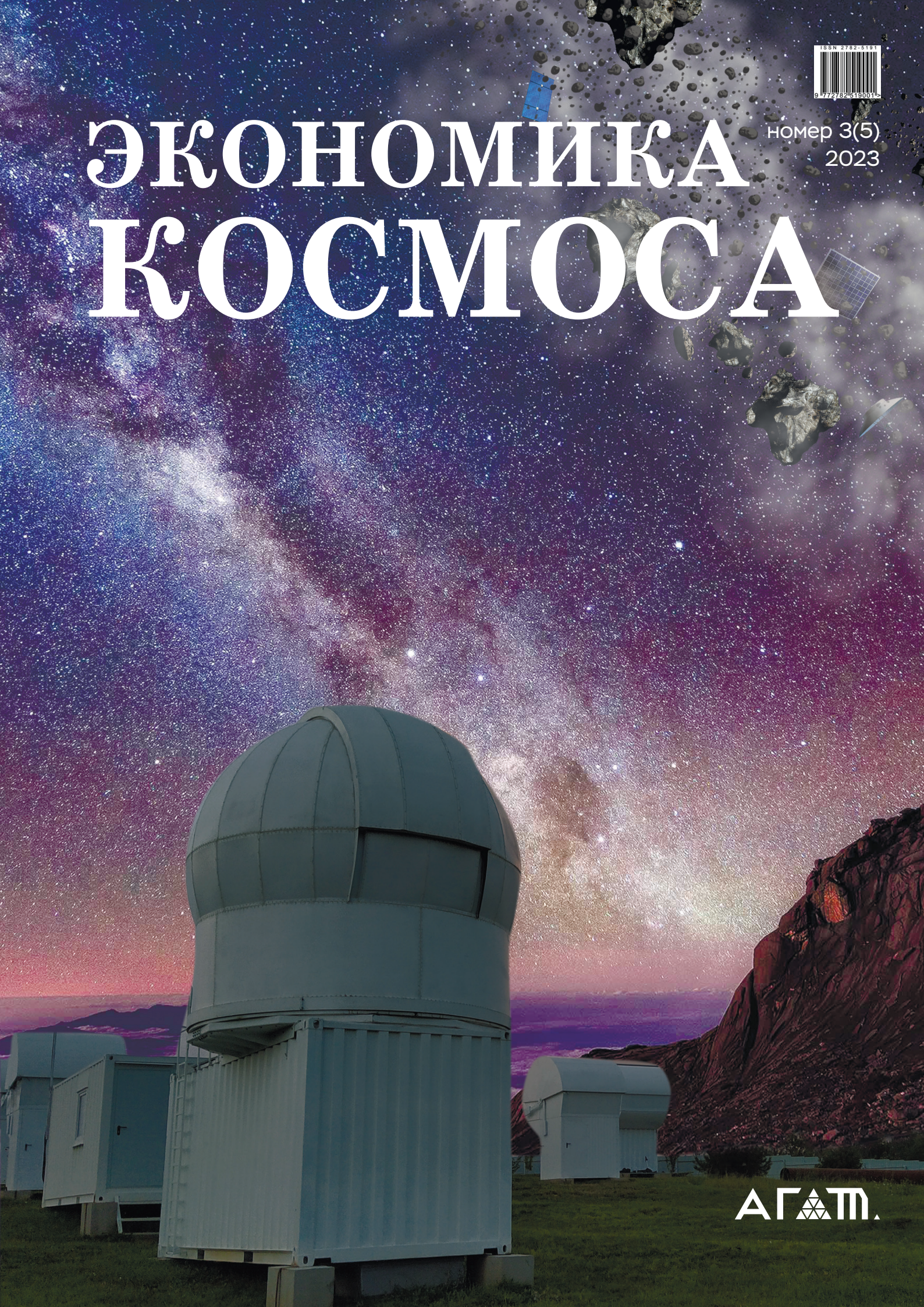




Номер 3(5)  
2023

# ЭКОНОМИКА КОСМОСА



АГАМ.

ОТРАСЛЬ

УПРАВЛЕНИЕ

АНАЛИТИКА



3

К вопросу развития систем мониторинга космического пространства с целью обеспечения безопасности и устойчивого развития космической деятельности

Леус Н.А., Макарова Д.Ю.

19

Разработка концепций и экспертиза инвестиционных проектов при расширении машиностроительных производств

Кабанов А.А., Мохов М.Ю., Соколов И.В., Тлибеков А. Х., Федоров И.А.

31

Системный подход к оценке современной роли и места АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» в производственной и космической деятельности Госкорпорации «Роскосмос» (часть I)

Бодин Н.Б.

Изображение на обложке: иллюстрация авторства Прокофьевой А.В. на тему статьи «К вопросу развития систем мониторинга космического пространства с целью обеспечения безопасности и устойчивого развития космической деятельности», стр. 3. В оформлении содержания использованы фотоматериалы Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (слева направо):

1. Ночная панорама телескопов ИПМ в с. Мульта (Республика Алтай). 2. Астрономический купол с апертурой 35-см телескопа обсерватории ISON-Кастельгранде, Италия. 3. Запуск ракеты космического назначения, с. Мульта (Республика Алтай). «Медуза» образована расширяющимися газами от работы двигательной установки. 4. Павильон с апертурой 40-см телескопа ИПМ в с. Мульта (Республика Алтай). 5. Астрономическое соединение Луны с Венерой. Снимок из Мексики. 6. Млечный Путь над Крымской обсерваторией.



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ  
СОБСТВЕННОСТЬ

42

Автоматизация сбора данных о финансово-хозяйственной деятельности предприятий отрасли

Исаков И.С., Жамкова В.С.,  
Фомичев А.М.

## ПЛАНИРОВАНИЕ



49

О критериях оценки эффективности деятельности научных организаций ракетно-космической промышленности

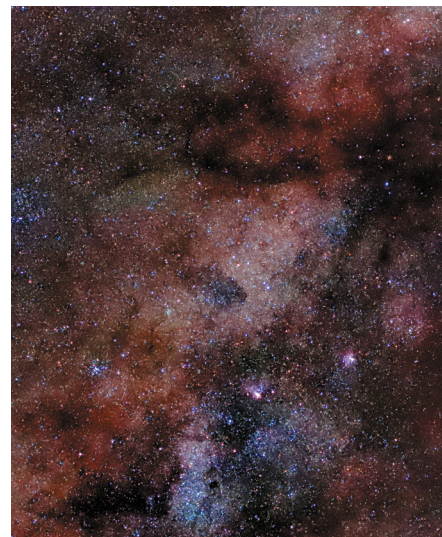
Цыбулевский С.Е.,  
Сапожникова О.А.

58

О перспективах применения блокчейн-технологии в ракетно-космической отрасли

Полуэктов Р.М.

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ



70

Анализ проблематики и пути совершенствования системы учета и нормирования труда на примере организаций ракетно-космической промышленности

Кенджабаев Е.А., Белоусов Н.А.,  
Шагалина В.В.

79

Перечень статей журнала «Экономика космоса» за 2022-2023 год

80

Правила оформления статей для журнала «Экономика Космоса»

# Дорогие читатели и авторы!

Когда задумывался журнал, было осознание, что одним из вопросов в будущем станет проблема выбора между интересами организации – АО «Организация «Агат» и некоторой независимостью научного издания, в которое мы и хотим превратить журнал.

И вот уже в пятом номере этот вопрос встал «в полный рост». Н.Б. Бодин (АО «Техномаш им. С.А. Афанасьева») предложил нам для публикации статью (первая часть публикуется в этом номере), в которой рассматриваются не только общие вопросы, но и формулируются предложения, с которыми мы, как организация, не согласны.

Проблема влияния внутриотраслевой конкуренции организаций на объективность редакции естественная, но задача журнала, так, как мы ее формулируем – это место для дискуссий.

Поэтому заверяю от лица редакции – мы заинтересованы в разных точках зрения, заинтересованы, как сказали бы в советское время, в плюрализме мнений. Именно разные позиции, разный корпус аргументов поможет кристаллизации верных для текущего момента решений и подходов.



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

## **К вопросу развития систем мониторинга космического пространства с целью обеспечения безопасности и устойчивого развития космической деятельности**

*On the issue of deployment and enhancement of space surveillance systems in order to ensure safety and sustainable development of space activity*

*В работе рассмотрены риски реализации космических миссий в текущих условиях множественного скопления техногенных объектов в околоземном космическом пространстве; выявлены тренды и прогноз развития сферы осуществления наблюдений и обеспечения информированности о ситуации в космической среде; подтверждена необходимость реализации систем мониторинга космического пространства и концептуально исследованы их функциональность, основы организационной структуры и возможные технологические составляющие; проведен обзор действующей отечественной гражданской системы мониторинга околоземного космического пространства АСПОС ОКП (Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве) и проекта ее преобразования в новую перспективную систему.*

*В работе использованы методы системного и сравнительного анализа, классификации, описания и формализации. Данная работа является первой частью исследования, посвященного анализу существующих систем мониторинга динамики космической обстановки, функционирующих с целью поддержки безопасности космической деятельности, и изучению возможных подходов к обеспечению сохранения экологии космического пространства при его эксплуатации.*

*The paper considers risks of implementing space missions in the current conditions of growing man-made objects accumulation in near-Earth space; trends and forecast in domain of space situational awareness are identified; the necessity to develop space monitoring systems is confirmed and their functionality, the basis of its organizational structure and possible technological components are conceptually investigated; there is a review of current domestic civil near-Earth space surveillance system ASPOS OKP and of the project of its transformation into a new advanced system.*

*System analysis, comparative analysis, description, classification and formalization are used as methods. This paper is the first part of the research devoted to the study of current space surveillance systems which aim to ensure safety of space activities and of possible approaches to maintain environmental ecology of outer space during its exploitation.*

*Ключевые слова: синдром Кесслера, космический мусор, системы мониторинга космического пространства, безопасность в космосе, АСПОС ОКП.*

*Keywords: Kessler syndrome, space debris, space surveillance systems, safety in outer space, ASPOS OKP.*



**ЛЕУС НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Главный эксперт Управления стратегического развития, АО «Организация «Агат»  
 ORCID: 0009-0000-0712-4370  
 E-mail: LeusNA@agat-roscosmos.ru

**LEUS NIKOLAY**

Senior Expert at Strategic Development Department, JSC "Organization "Agat"



**МАКАРОВА ДАРЬЯ ЮРЬЕВНА**

Специалист Управления стратегического развития, АО «Организация «Агат»  
 ORCID: 0000-0002-4065-4602  
 E-mail: MakarovaDY@agat-roscosmos.ru

**MAKAROVA DARIA**

Specialist at Strategic Development Department, JSC "Organization "Agat"

**Введение**

Засорение околоземного космического пространства (ОКП) представляет собой актуальную, насущную проблему, способную существенно подорвать безопасность и предсказуемость космической деятельности и, соответственно, ее устойчивое развитие.

На сегодняшний день в ОКП скопилось значительное количество объектов техногенного происхождения, среди которых как действующие космические аппараты (КА), так и «космический мусор» (КМ), составляющий около 92% от общего числа каталогизированных космических объектов (КО) [1]. К КМ относят завершившие свою миссию КА, ступени ракет-носителей (РН) и разгонные блоки, операционные элементы запусков, фрагменты разрушений объектов ракетно-космической техники и их частей, оставшиеся и циркулирующие на орбитах частицы техногенного вещества [2].

Получаемые различными аналитическими системами данные о количестве неуправляемых техногенных объектов в космосе различаются. Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства США (NASA) выявлено свыше 26 тыс. объектов КМ размером более 10 см, свыше 500 тыс. объектов КМ размером от 1 см и более 100 млн размером от 1 мм [3]. По данным Европейского космического агентства (ESA) количество неуправляемых КО размером от 10 см в 2022 г. достигло 36,5 тыс., увеличившись с 2015 г. более чем в 2 раза (рис. 1). При этом расчетное количество КО от 1 см до 10 см составляет около 1 млн,

а от 1 мм до 1 см – 130 млн [4]. Согласно оценкам NASA, на данный момент в ОКП находится более 9 метрических тонн КМ [5].

В современных условиях нарастающего скопления техногенных КО в ОКП существенно повышаются риски осуществления космических миссий и возникает необходимость в разработке технологических решений и реализации превентивных мер по предотвращению опасных ситуаций в космосе или минимизации их возможных последствий.

**Причины, тенденции, угрозы засорения и роста загруженности ОКП**

Появление КМ на орбите происходило в течение всей космической эры. Большое количество обломков КМ образовалось во время незапланированных взрывов двигательных установок в космосе на борту КА или в составе частей ракет. Данная причина составляет 36,6% от общего количества происшествий, связанных с образованием фрагментарного КМ (рис. 2). Вторая причина образования фрагментарного КМ, занимающая по доле примерно 26,7%, — намеренная ликвидация КА: государства уничтожали свои КА в случае их выхода из строя и после завершения миссии, а также проводили военные испытания, приводящие к образованию нового КМ. Также 15,6% происшествий невозможно отнести ни к одной конкретной категории причин ввиду отсутствия достаточных доказательств. Столкновения между КО составляют 8,8% от общего количества событий возник-

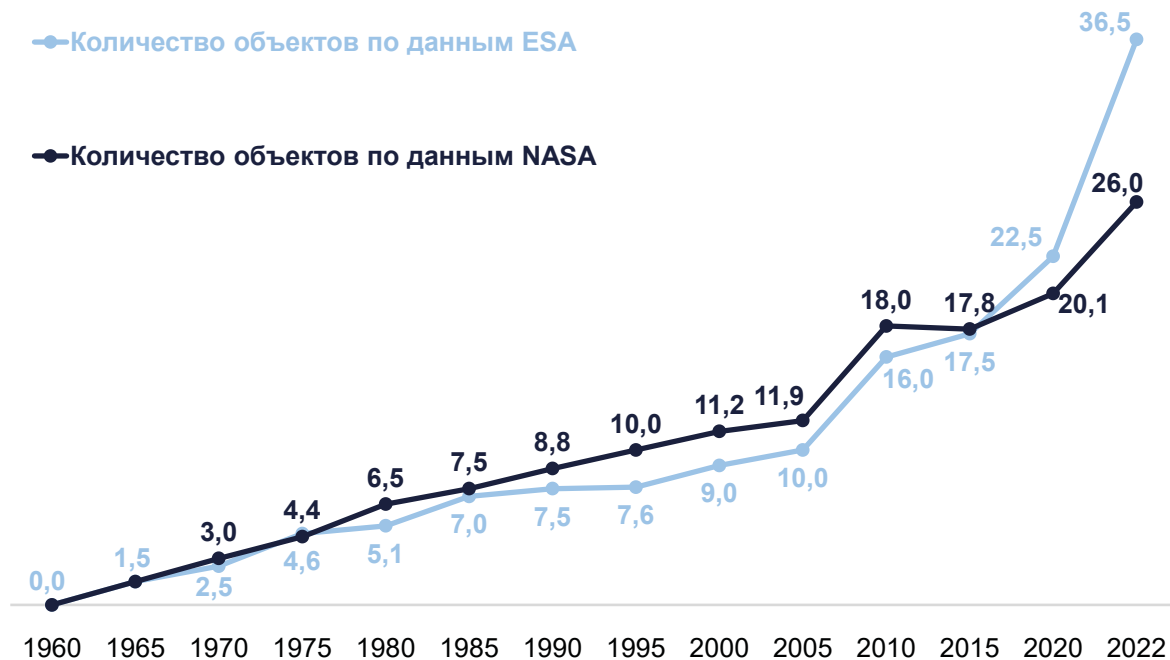


Рис. 1. Динамика увеличения объема КМ, тыс. объектов.  
 Источник: составлено авторами на основе публикаций в зарубежных источниках [5;6]

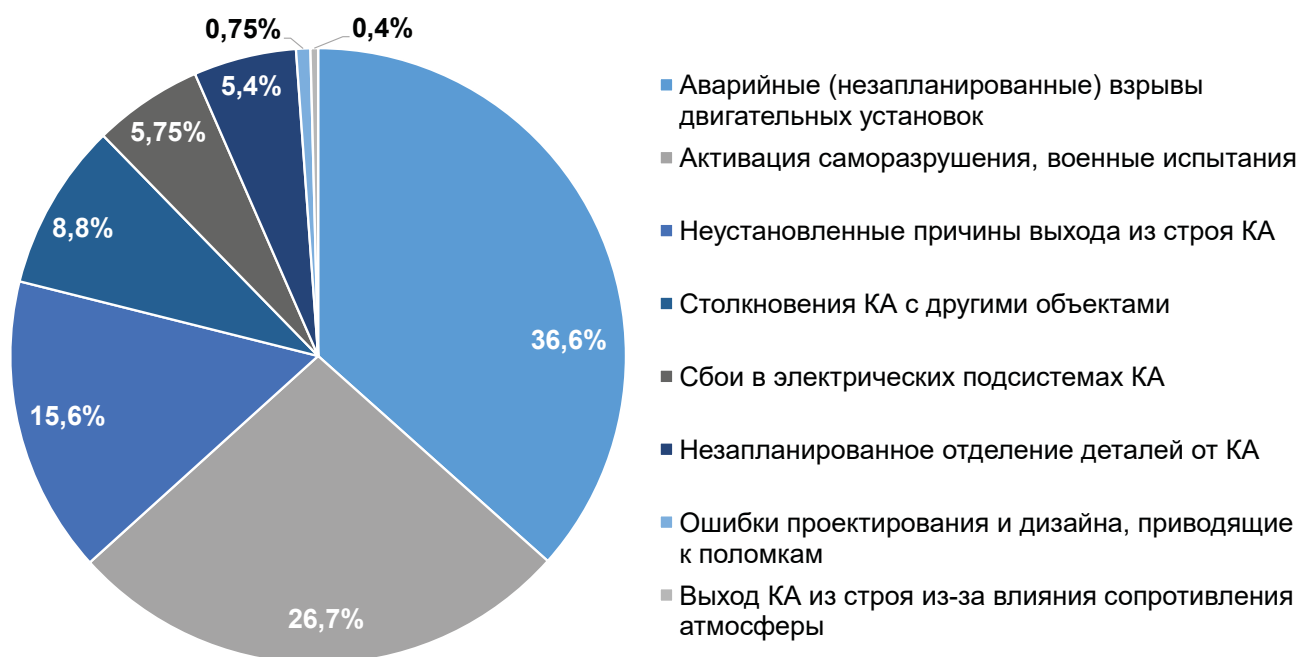


Рис. 2. Долевой состав неуправляемых и потенциально опасных КО в ОКП в соответствии с причиной их возникновения, %.  
 Источник: составлено авторами на основе данных ESA [7]

новения КМ. Стоит отметить, что один подобный случай способен образовать более 2 тыс. только крупных фрагментов КМ. Категория событий, связанных со сбоями в электрических подсистемах, занимает долю в 5,75%

причин – в основном это взрывы перезаряженных батарей. КМ в виде деталей, незапланированно отделившихся от КА (например, изоляционный материал или солнечные панели), – это 5,4% причин образования

фрагментарного КМ. Самые незначительные причины – недоработки в конструкции, которые приводят к поломкам и авариям, и ситуации, когда атмосферное сопротивление приводит к «избыточному давлению» – составляют по доле около 0,75% и 0,4% от общего количества причин возникновения КМ соответственно [7].

Благодаря существующему уровню технологического развития и накопленным знаниям ожидается намного меньшее количество событий самовзрывов КА, однако растущая плотность космического трафика будет способствовать росту потенциального количества столкновений между КО [7].

На июль 2023 г. в ОКП находилось около 8 тыс. активных КА, причем более половины из них запущены в последние 3 года [4; 5; 8]. В 2022 г. на орбиту запущено 2 325 коммерческих КА, что на 35% больше, чем в 2021 г. [8]. И в последующие 10 лет данные темпы лишь ускорятся. По оценкам экспертов, в ближайшие 5-7 лет количество функционирующих КА увеличится до 40-70 тыс. [9; 10]. Согласно сценарию Ассоциации спутниковой индустрии (SIA) к 2030 г. возможна ситуация нахождения на орбитах уже около 100 тыс. коммерческих КА [5].

КМ распределен по орбитам неравномерно. Наибольшее его скопление отмечается на низкой околоземной орбите (НОО) и геосинхронной (ГСО), в частности, на геостационарной орбите из-за высокой популярности запусков на данные высоты.

НОО – орбитальная территория ниже 2 тыс. км над поверхностью Земли, самый близкий к Земле орбитальный сектор. Здесь расположена МКС, часто размещаются КА дистанционного зондирования и телекоммуникационные КА. Спутники на НОО совершают оборот вокруг Земли несколько раз в сутки. НОО является самой технически доступной для размещения КА орбитальной территорией, пользуется спросом у частных космических игроков.

Средняя околоземная орбита (СОО) – орбитальная территория, которая начинается на высоте приблизительно 2 тыс. км. Большинство КА на СОО находятся в области средневысоких орбит (СВО) на высотах 19-21 тыс. км, что обеспечивает период обращения вокруг Земли длительностью примерно 12 часов. Здесь обычно располагаются навигационные КА и КА научно-исследования ОКП.

ГСО – орбитальная территория, на которой КА вращаются с той же скоростью, что и Земля, завершая орбиту 1 раз в звездные сутки. Чаще всего под ГСО подразумевается её частный случай – геостационарная орбита, лежащая в плоскости земного экватора с высотой 35 786 км, где КА как бы «висят» неподвижно над

определенной неизменной точкой на Земле. ГСО очень востребована, здесь расположены множество телекоммуникационных КА, КА связи, ретрансляции и наблюдения Земли.

Высокая эллиптическая орбита (ВЭО) – орбита, у которой высота в апогее во много раз превышает высоту в перигее. КА на ВЭО пересекают множество высот. ВЭО позволяет КА задерживаться в определенных точках длительное время, что создает преимущества для КА связи и других устройств, которым требуются длительные периоды видимости над землей (рис. 3).

В настоящее время в связи с развертыванием сверхбольших спутниковых группировок, состоящих из малоразмерных КА, и растущего количества операторов, готовых создать и запустить свою группировку, астрономически повышается риск выхода КА из строя из-за потенциальных столкновений с другими КО, особенно на НОО. Компания SpaceX в рамках своей разворачиваемой глобальной спутниковой системы для предоставления пользователям по всему миру широкополосного доступа в Интернет уже запустила на НОО более 5 тыс. КА Starlink, подав заявку в Федеральную комиссию связи США с запросом на разрешение увеличения системы до 30 тыс. КА. Как коммерческие игроки (OneWeb, Amazon, Telesat, Satellogic и др.), так и правительства (в частности, Китай с планируемой группировкой Guowang из более 13 тыс. КА) заявляют о своих планах по выводу в ОКП спутниковых мегагруппировок с сотнями и тысячами КА. Подобные современные тенденции развития космической деятельности означают вероятный существенный скачок в нарастании загруженности ОКП в обозримом будущем.

В 1978 г. сотрудником NASA Дональдом Дж. Кесслером был выдвинут сценарий появления цепной реакции каскадных столкновений КА и КМ, при котором ОКП может стать непригодным для практического использования, получивший название «Синдром

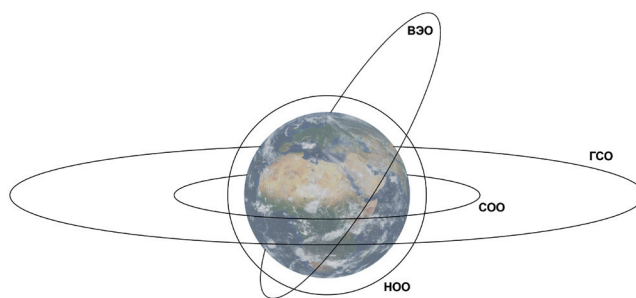


Рис. 3. Схематичное изображение основной классификации орбит.

Источник: доклад «Управление космическим движением» Национальной академии государственного управления США [11]



(эффект) Кesslera». Синдром Кesslera подразумевает явление, при котором в ОКП находится так много КО, что их столкновение становится неизбежным. Разрушенные при столкновении на огромной скорости КО превращаются в бесполезный и опасный КМ в виде десятков, сотен, тысяч кусков и осколков, который, в свою очередь, усугубляет ситуацию и создает нарастающий цепной механизм дальнейших столкновений среди увеличивающегося количества КО. Кessler высказывал предположение, согласно которому с течением времени НОО может стать настолько засоренной, что возникнут трудности доступа на нее и это также превратится в преграду к осуществлению пилотируемых космических полетов.

В космической среде объекты даже очень малого размера могут стать причиной разрушения ввиду скорости, с которой они движутся: частица размером чуть более крупинки соли способна, к примеру, оказать значительное негативное воздействие при проникновении в топливный резервуар или другую критическую инфраструктуру КА, повредить зеркальные поверхности/панели солнечных батарей, а в случае выхода человека в открытый космос – пробить скафандр [3]. Мусор в космосе может двигаться со скоростью 7-8 км в секунду, что во много раз превышает скорость пули. Ситуация усугубляется тем, что КМ не отслеживается «идентификационно» и не управляется, а также может постепенно менять свою траекторию. Классификация КМ и вероятные последствия столкновения КА с КМ представлены в табл. 1.

За последние 10 лет именно столкновения и уничтожения КО увеличили количество КМ более чем на 88% [13]. К слову, около 6 тысяч крупных КО (от 10 см) являются следствием проводимых США, Китаем, Индией и Россией военных испытаний в космосе. 1800 КО размером более 10 см появились вследствие столкновения в феврале 2009 г. КА Iridium 33 и вышедшего из строя КА «Космос-2251» на высоте около 800 км. В марте

2021 г. произошло столкновение китайского КА Yunhai 1-02 предположительно с обломком РН «Зенит-2», находившимся на орбите с 1996 г. По прогнозам, подобные столкновения, приводящие к появлению около 2-3 тысяч крупных и множества мелких КО, могут происходить все чаще [5].

Стремительный рост загруженности ОКП приводит к необходимости включения двигателей КА для выполнения маневров уклонения, что значительно влияет на срок их активного существования. Так, согласно поданному SpaceX отчету в Федеральную комиссию связи США в июне 2023 г. КА Starlink были вынуждены выполнить маневры уклонения более 25 тыс. раз в период с 1 декабря 2022 г. по 31 мая 2023 г., чтобы избежать опасных сближений с другими КА и орбитальным КМ. Это примерно вдвое превышает количество маневров уклонения, о которых сообщила SpaceX за предыдущий шестимесячный период с июня по ноябрь 2022 г. С момента запуска первого КА Starlink в 2019 г. спутники SpaceX были вынуждены менять направление более 50 тыс. раз, чтобы предотвратить потенциальные столкновения [14].

Распространение КМ и большого числа КА представляет угрозу не только космическим техногенным активам, но и человеческим жизням. В частности, за период с 2017 по 2021 г. было зафиксировано более 970 опасных сближений Международной космической станции (МКС) с объектами в ОКП. Наиболее опасные произошедшие инциденты с МКС в 2021 – 2022 гг. следующие:

- ноябрь 2021 г. – обломок КМ вынудил экипаж МКС перейти в посадочные модули, чтобы иметь возможность оперативно покинуть станцию;
- июнь 2022 г. – пристыкованный к МКС российский грузовой корабль «Прогресс МС-20» помог станции избежать столкновения с обломками КА «Космос-1408», скорректировав ее орбиту;
- 15 декабря 2022 г. – систему охлаждения корабля «Союз МС-22» пробил спорадическим метеороидом

Класс объектов КМ по размеру	I 0,1-1 см	II 1-10 см	III >10 см
Количество объектов на всех высотах	130 млн	1 млн	36 тыс.
Количество объектов на НОО	20 млн	500 тыс.	23 тыс.
Последствия столкновения с КА	Серьезное повреждение КА	Серьезное повреждение или уничтожение КА	Гарантированное уничтожение КА
Существующие методы защиты	Применение защитных экранов	Маневр уклонения	Маневр уклонения

Табл. 1. Классификация объектов КМ по их размеру и степени угрозы.

Источник: скорректировано авторами, составлено на основе публикации Шустова Б.М. «О роли науки в изучении и парировании космических угроз» в Вестнике Российской академии наук [12]

дом, в результате чего спуск экипажа на нем был отменен в связи с высокими рисками;

- 22 декабря 2022 г. – отложен выход космонавтов Фрэнка Рубио и Джоша Кассады в открытый космос по причине появившейся информации о возможном опасном сближении обломка российской разгонной ступени «Фрегат-СБ» с МКС и началом осуществления маневра уклонения от КМ.

Стремительный рост количества неуправляемых и потенциально опасных КО и количества активных КА в ОКП требует повышения качества мониторинга сближений КО, прогнозирования вероятности столкновений и выработки обоснованных и своевременных рекомендаций для реагирования на эти вызовы.

#### **Системы мониторинга космического пространства: функции, возможности, организационная структура и элементный состав**

В РФ, США, Европейском союзе, Китае и частично в других странах существуют системы мониторинга космического пространства (СМКП), занимающиеся наблюдением КО и предупреждением об опасных ситуациях: в России – система «АСПОС ОКП» и её формирующаяся приемница «Млечный путь»; в США – система Space Surveillance Network (SSN); в Европейском союзе – сегмент Space Surveillance and Tracking (SST) европейской совместной программы Space Situational Awareness (SSA); СМКП в Китае и Японии, не имеющие специальных названий; в Индии – Network for Space Objects Tracking and Analysis (NETRA). Благодаря данным службам многих аварий в космосе удается избежать.

При определении объектно-целевой предметной области СМКП возможно выделить её три следующих пересекающиеся сферы:

1. Планетарная оборона;
2. Защита находящихся на орбите людей и космической техники;
3. Безопасность космических полетов, координация движения в ОКП.

Эти сферы включают в себя наблюдение за природными и техногенными объектами и явлениями в космической среде, проведение анализа накопленных данных, прогнозирование будущего движения КО и принятие мер по предотвращению опасных ситуаций. Вместе они образуют единое поле задач СМКП, целью которой является обеспечение безопасности объектов при осуществлении космической деятельности [15].

СМКП способны находить, идентифицировать и осуществлять наблюдение объектов в космосе, устанавливать их орбиты и прогнозировать их будущее местоположение, а также выявлять техногенные и природные

угрозы их деятельности (рис. 4). К основным функциям СМКП относятся ведение каталога КО, картирование текущей позиции КО и их предполагаемых орбитальных траекторий, мониторинг опасных сближений КО и предотвращение столкновений, отслеживание рабочего состояния КА и диагностика неисправностей, расчет рисков окружающей среды и выдача предупреждений о потенциальных опасных ситуациях.

Чаще всего СМКП состоит из наземного сегмента в виде сети сенсорных станций, аналитических центров приема и обработки информации и может также включать орбитальный/морской сегмент при размещении технических средств мониторинга КО, соответственно, в космической среде/на морских судах (рис. 5).

СМКП используют для осуществления своих функций ряд технических средств, включая радары, оптические телескопы, радиочастотные сенсоры, лазерные установки и инфракрасные датчики:

- Радиолокационные станции (РЛС) предоставляют данные о КО в основном на НОО. Радар вычисляет положение цели относительно своего местоположения, излучая радиоволны на определенной частоте и определенной формы и анализируя сигнал, отраженный целью. РЛС могут точно измерять расстояние до КО, некоторые из них могут создавать представление об его форме. Радары обычно работают в статическом режиме с целью наблюдения, то есть направлены в фиксированном направлении и регистрируют все КО, проходящие в пределах луча радара. Тем не менее если у них есть достаточные возможности для подвижности, радары также могут отслеживать КО. РЛС с фазированной антенной решеткой способны отслеживать несколько или множество КО одновременно. Основными недостатками радаров являются их стоимость, размер и техническая сложность.
- Оптико-электронные комплексы также широко используются СМКП и являются основным источником измерительной информации по высокоорбитальным КО. Телескопы собирают свет и другое электромагнитное излучение, испускаемое или отражаемое КО в видимом спектре, и фокусируют его в изображение с помощью линз, зеркал или их комбинации. Основными преимуществами использования оптических телескопов для СМКП является их способность быстро охватывать большие площади и осуществлять наблюдение КО на высоте более 5 тыс. км. Некоторые телескопы могут создавать изображения КО с высоким разрешением. Разрешающая способность телескопа пропорциональна размеру его апертуры, для дости-

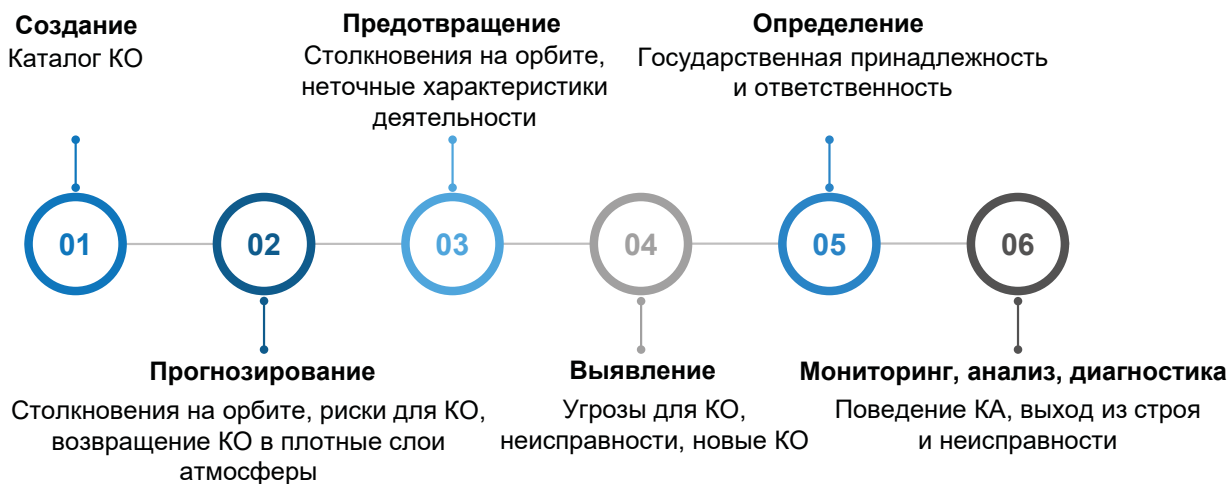


Рис. 4. Функционирование и возможности СМКП.

Источник: сборник-руководство «Информированность о ситуации в космическом пространстве. Состояние и знание космической среды» проекта «Индекс космической безопасности» [16]



Рис. 5. Организационно-технологическая структурная основа СМКП.

Источник: составлено авторами на основе собственных разработок

жения желаемого уровня разрешения необходимы телескопы по крайней мере среднего размера (диаметр главного зеркала 50 см и выше). Основным недостатком оптических телескопов является то, что для наблюдения КО им требуются особые условия освещения и ясное небо. Оптические телескопы космического базирования не подвержены данным ограничениям.

- Сенсоры, отслеживающие радиочастотные данные от активных радиоизлучающих КА, расширяют возможности традиционно используемых ради-

олокационных и оптических устройств в СМКП. Эти датчики более востребованы для разведывательных целей, чем для обеспечения безопасности КА. Тем не менее они могут предоставить ценную информацию гражданским спутниковым операторам, поскольку наличие электромагнитных излучений обычно является «доказательством жизни» КА: в случае неминуемого предполагаемого столкновения двух КА попытка связаться с владельцем неработоспособного спутника для координации в планировании маневра по предотвращению столкновения была бы лишней тратой драгоценного времени. Радиочастотные сенсоры можно использовать для получения такой важной информации по КА, как орбитальные параметры, назначение, состояние работоспособности, право собственности на объект. Радиочастотные сенсоры могут определить источник создания помех и его расположение – будь то намеренное воздействие на КО или случайное рассогласование сигналов объектов. Они также способны выявлять аномалии в полезной нагрузке и их возможное влияние на дальнейшее функционирование КА. Стремительное внедрение радиочастотного отслеживания КО в качестве средства мониторинга значит как один из текущих трендов на рынке услуг предоставления информации о ситуации в ОКП [17].

- Лазерная дальнометрия – еще один метод, который может быть эффективно использован для целей мониторинга ОКП, поскольку обеспечивает очень точные измерения дальности и положения объекта. Лазерной дальнометрии недостаточно для создания и ведения полного каталога КМ, в первую

очередь, из-за ограничений окружающей среды. Однако эта технология эффективна для точного определения орбиты КО с прогнозируемым курсом столкновения в течение нескольких дней. Точные орбиты, определяемые лазером, могут помочь избежать ненужных маневров по предотвращению столкновений, тем самым экономя топливо и продлевая срок службы активных КА. В настоящее время лазеры эффективно используются для измерения расстояния до связанных целей – КА, оснащенных светоотражателями – с точностью до нескольких сантиметров и ниже.

- Инфракрасные детекторы позволяют получать изображения в спектральных диапазонах, недоступных человеческому глазу, распознают тепловые сигнатуры. Такого рода технология чаще всего преследует разведывательную цель и представляет главным образом военный интерес. Наблюдения с высоким разрешением в инфракрасном электромагнитном диапазоне могут обнаружить повышение температуры определенной подсистемы спутника (например, полезной нагрузки) в качестве доказательства его активности.

Наземные системы преимущественно из радарных установок и оптических устройств являются традиционными и наиболее распространенными составляющими СМКП. Использование систем космического базирования устраняет проблемы, ограничивающие возможности наземных средств, такие как погодные и атмосферные искажения, привязка к месту, удаленность от объекта наблюдения. С другой стороны, системы космического базирования подвержены воздействию космической погоды, привязаны к срокам, рискам и стоимости намечаемых запусков, сложно или практически невозможно осуществлять их ремонт при выходе из строя, они имеют ограниченный срок службы. Морской сегмент СМКП позволяет выйти за рамки национальных сухопутных границ при размещении средств мониторинга космического пространства на морских судах, а также, ввиду мобильности, позволяет поддерживать связь с КА при выходе КА из зоны видимости национальных статичных наземных сенсоров. Объединение данных от датчиков различного типа – наземных, космических, морских – способно предоставить комплексно более полную и точную картину текущей ситуации в космосе.

#### **Рынок услуг мониторинга и предоставления информации о ситуации в ОКП**

Рынок услуг мониторинга космического пространства и информирования о ситуации в ОКП оценивался

почти в 1,5 млрд долл. в 2022 г. и, по прогнозу, будет иметь совокупный среднегодовой темп роста 5,1% в период 2022-2028 гг., достигнув 1,98 млрд долл. США в 2028 г. (рис. 6).

Наибольшая доля рынка принадлежит Северной Америке и, согласно прогнозу, она останется доминирующей в течение всего рассматриваемого периода. Европа и Азиатско-Тихоокеанский регион (включая Китай, Индию, Японию) занимают значительную долю рынка услуг по информированию о ситуации в ОКП. Расширение кооперации стран Европейского союза в рамках совместной программы и развитие сотрудничества между странами в Азиатско-Тихоокеанском регионе в русле проекта Asia-Pacific ground-based Optical Satellite Observation System (APOSOS), по прогнозам, повлечет за собой укрепление позиций данных игроков на рынке в будущем.

Рост глобального рынка услуг мониторинга и предоставления информации о ситуации в ОКП обусловлен широким спектром факторов, основные из которых следующие:

- загруженность ОКП фрагментированным КМ в сочетании с неуклонным ростом интенсивности космического трафика, числа участников космической деятельности и увеличением количества проектов по исследованию космического пространства;
- рост популярности малых КА из-за их низкой стоимости, технической доступности и улучшенной способности предоставлять услуги широкополосного доступа в интернет с низкой задержкой. Их требуемое большое количество для обеспечения полного покрытия территории при развертывании группировок на НОО повлечет за собой в ближайшем будущем сильную загруженность НОО-пояса и увеличит риски столкновений и вероятность осуществления синдрома Кesslerа;
- рост зависимости общества от услуг, предоставляемых космическими средствами, и потребность в их непрерывном осуществлении;
- необходимость обеспечения безопасности космических операций и сохранности дорогостоящих космических активов;
- рост присутствия коммерческих компаний как среди спутниковых операторов, так и в сфере предоставления услуг мониторинга ОКП;
- рост объективных опасений по поводу неуклонно повышающегося риска столкновений КО в космосе.

Также наблюдаемый тренд развития рассматриваемой сферы обусловлен особым вниманием государств и правительственных организаций к вопросам обеспече-

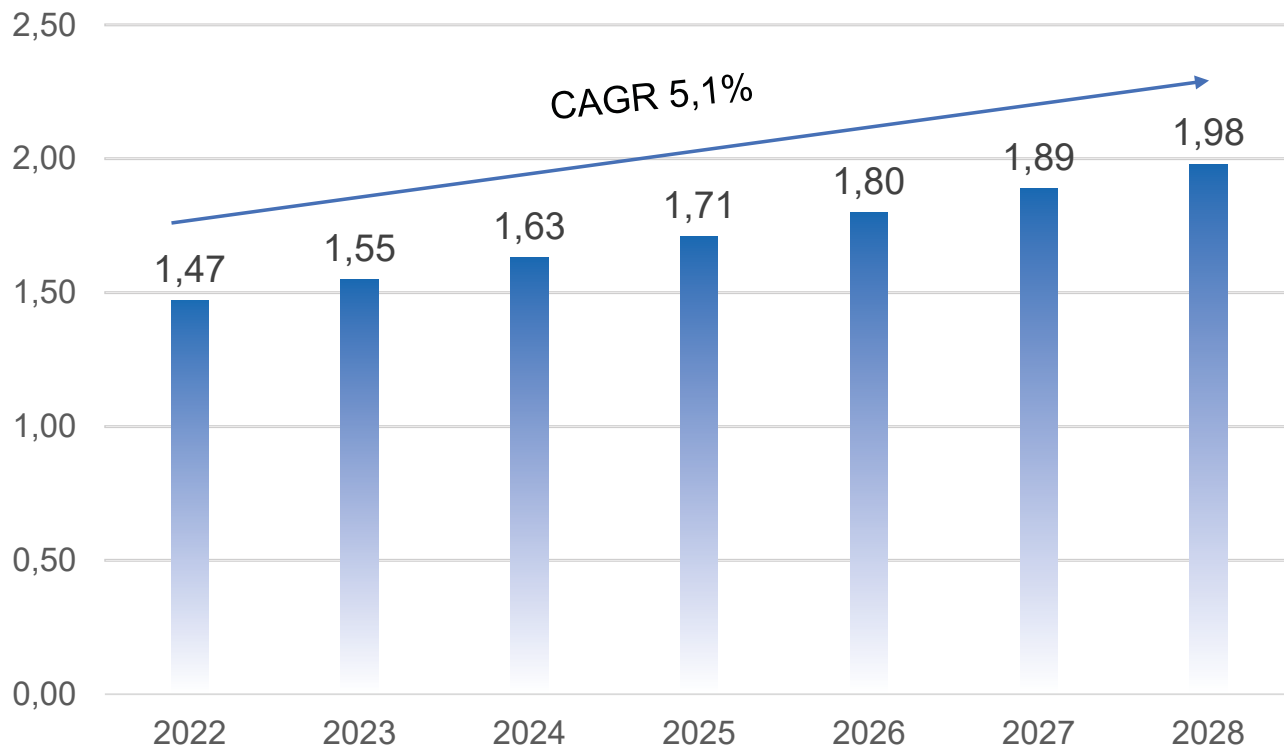


Рис. 6. Прогноз динамики развития мирового рынка услуг мониторинга и предоставления информации о ситуации в ОКП до 2028 г., млрд долл.

Источник: маркетинговое исследование аналитическо-консалтингового агентства Stratview Research: «Размер, доли, тренды, прогноз развития рынка услуг предоставления информации о ситуации в космическом пространстве и отраслевой анализ – 2022-2028 гг.» [18]

ния национальной безопасности, содержанию под контролем такого важного стратегического поля действий как ОКП.

Ожидается, что в ближайшие годы в конъюнктуре мирового космического рынка произойдет активное внедрение услуг мониторинга ОКП и связанного с ними программного обеспечения, включая комплексные услуги по обнаружению КМ, анализу сближений КО, оценке их вероятности, выдачи предупреждений и помощи в предотвращении столкновений КО.

Увеличение числа участников космической деятельности, появление новых видов космических операций в ОКП, непрерывный рост общего количества техногенных КО в ОКП при одновременной необходимости выполнения различных требований по безопасности деятельности в ОКП обуславливают актуальность развития странами своих СМКП.

#### Гражданская система мониторинга космического пространства РФ: действующая и планируемая АСПОС ОКП

С 1 января 2016 г. в России функционирует первая в мире гражданская Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном

космическом пространстве (АСПОС ОКП).

Первоочередной задачей АСПОС ОКП является обеспечение безопасности полетов КА в ОКП и информирование об опасных сближениях КА с КО. Система осуществляет мониторинг ОКП, собирает и обрабатывает информацию о КО с линейным размером более 10 см, осуществляет накопление банка информации о российских и зарубежных функционирующих КА и КМ, производит анализ и прогнозирует ситуации в ОКП. Кроме того, АСПОС ОКП осуществляет сбор, обработку и передачу данных о параметрах солнечной и геомагнитной активности, включая предупреждения о внезапных изменениях основных параметров космической погоды, используемой при оценке воздействия на оборудование на борту КА и в баллистических расчетах [2].

АСПОС ОКП включает в свой состав главный информационно-аналитический центр (ГИАЦ) в г. Королев; сегмент мониторинга опасных ситуаций в области ГСО, ВЭО и СВО в г. Москва; сегмент по расчету параметров солнечной и геомагнитной активности в г. Троицк; комплекс специализированных оптико-электронных средств (КСОЭС), размещенных как на территории России, так и за рубежом. Полученные с помощью АСПОС ОКП данные хранятся в ГИАЦ, являющимся

центральный организационным и информационно-вычислительным узлом системы (рис. 7).

КСОЭС АСПОС ОКП включает в себя более 45 телескопов с апертурой от 5 до 75 см. В состав системы входят, в частности, 3 электронно-оптических пункта, размещенных в Крыму; 2 пункта в г. Кисловодске; пункты в г. Уссурийске, в г. Благовещенске, а также в Армении (рис. 8). Технический состав этих пунктов комбинированно включает несколько телескопов с апертурой 19 см, 25 см, 40 см, 65 см. Сдвоенные или счетверенные телескопы с широким полем зрения с апертурой каждого канала 19 см используются для проведения наблюдений в режиме обзора. Данный вид телескопа способен в течение одной ночи получать до 150 тыс. измеренных положений до 1300 КО размером от 0,8 м на высоких орбитах. Телескопы с апертурой 25 см, 40 см, 65 см используются для проведения наблюдений в режиме заданной цели и получения измерительной информации по ней и по всем КО, попавшим в назначенное поле наблюдения. Телескопы с апертурой 40 см и 65 см позволяют осуществлять мониторинг КО на ГСО размером соответственно от 50-60 см и 25-50 см в поперечнике [20].

В 2017 г. на территории Бразилии в обсерватории

Пико дос Диас размещен и введен в состав КСОЭС оптико-электронный комплекс обнаружения объектов КМ (ОЭК ОКМ), состоящий из 3-х видов телескопов на одном опорно-поворотном устройстве. Один из телескопов ОЭК ОКМ – двухканальный с объективами со сверхшироким полем зрения и с апертурой 5 см – используется для наблюдения КО на НОО в сумеречное время; другой двухканальный телескоп с апертурой 25 см в режиме обзора осуществляет наблюдение на низких и высоких орбитах с производительностью до 1 тыс. КО за ночь; третий тип телескопа с апертурой 75 см используется для обзоров в видимой части ГСО объектов размером от 30 см. В 2021-2022 гг. на территории радиоастрономической обсерватории Хартебестхук, расположенной в 50 км к западу от г. Йоханнесбург в ЮАР, размещен второй пункт ОЭК ОКМ в составе КСОЭС АСПОС ОКП (введен в эксплуатацию в июле 2023 г.).

В будущем в целях улучшения охвата, расширения наблюдаемой части ОКП планируется дальнейшее размещение оптико-электронных объектов АСПОС ОКП за рубежом.

АСПОС ОКП функционирует в сотрудничестве с Российской академией наук (РАН) и отечественными

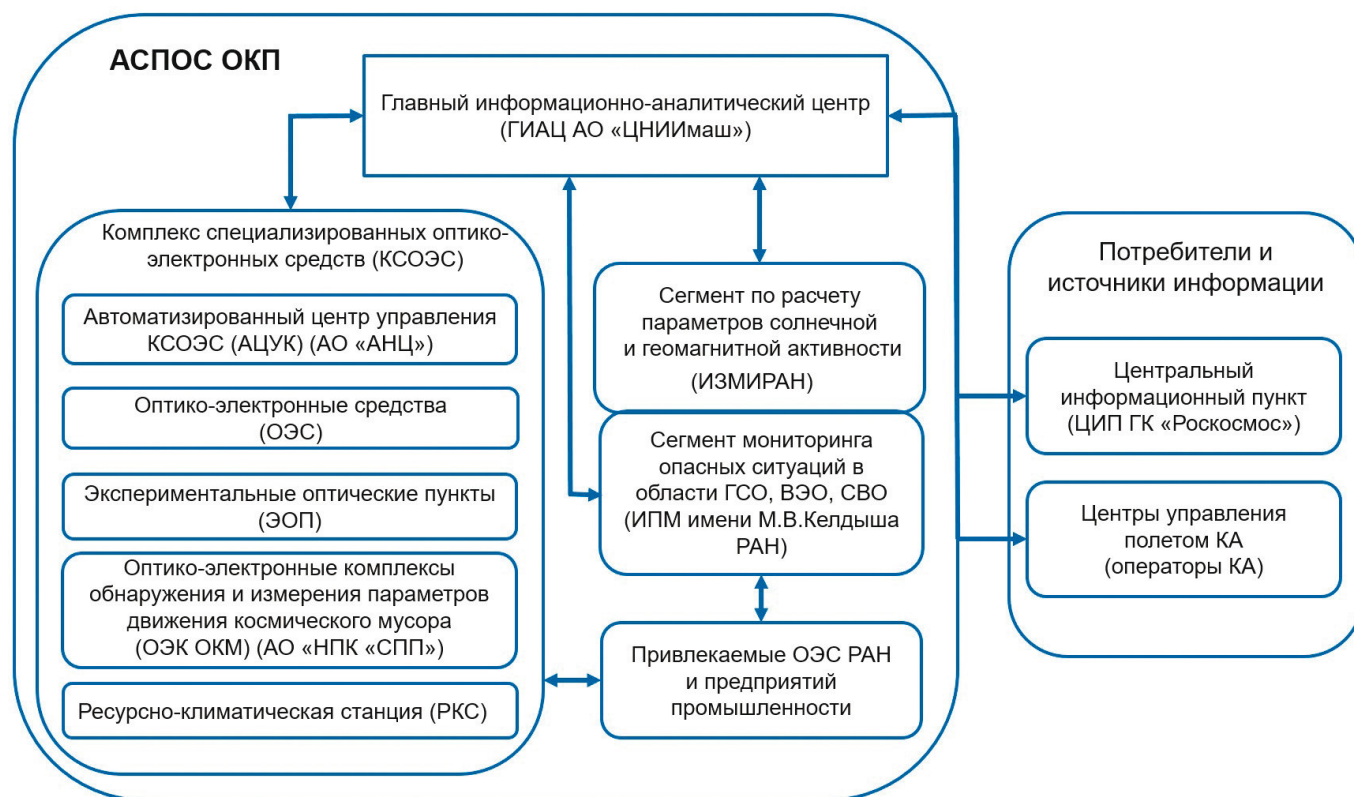


Рис. 7. Действующая структура АСПОС ОКП.

Источник: публикация Коблова С.В., Макарова Ю.Н., Ступака Г.Г. «Пути развития российской автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве» в сборнике Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского за 2022 г. [19]

организациями в ракетно-космической отрасли: с целью формирования единого информационного поля и создания эффективной СМКП, позволяющей в непрерывном режиме обеспечивать накопление и поддержание актуальной информации о российских и зарубежных функционирующих КА и о КМ, реализована системная интеграция измерительных средств АСПОС ОКП со специализированными средствами наблюдения Госкорпорации «Роскосмос», РАН и частных компаний.

Основными источниками информации о КО в ОКП для АСПОС ОКП являются:

- Специализированные оптико-электронные средства АСПОС ОКП;
- Оптические инструменты, принадлежащие российским компаниям.

Потребителями результатов российской СМКП являются Центр управления полетами КА научного и социально-экономического назначения, Центральный информационный пункт (ЦИП) Госкорпорации «Роскосмос», а также профильные подразделения федеральных органов исполнительной власти.

За период штатной эксплуатации АСПОС ОКП продемонстрировала значительные результаты в части услуг, обеспечивающих безопасность осуществления космиче-

ской деятельности. На начало 2022 г. общее количество каталогизированных в комплексе баз данных АСПОС ОКП объектов техногенного происхождения в ОКП составляло 27 115 [21, 22]. В 2018-2022 гг. на постоянном сопровождении АСПОС ОКП находились МКС, более 90 российских КА. За указанный период получено свыше 90 млн координатных измерений, зафиксировано около 30 разрушений КО, обеспечен контроль выведения на орбиту 98 российских КА, осуществлено сопровождение схода с орбит около 4 тыс. КО, выдано более 850 предупреждений об опасных изменениях гелиофизической обстановки, выявлено более 34 тыс. опасных сближений КО с КА отечественной группировки и 1 236 опасных сближений КО с МКС. В 2022 г. АСПОС ОКП зафиксировано свыше 600 случаев нарушения 4-километровой зоны безопасности МКС и около 16 тыс. опасных проходов КО, нарушающих 1,5-километровую зону безопасности сопровождаемых КА российской орбитальной группировки [23]. На основе полученной от АСПОС ОКП информации выполнено несколько маневров уклонения МКС от КМ.

В сфере мониторинга высоких орбит в настоящее время Россия демонстрирует ведущие позиции по количеству сопровождаемых объектов КМ и по качеству решения задач и анализа ситуации в этом сегменте.



Рис. 8. Дислокация измерительных средств АСПОС ОКП.  
 Источник: составлено авторами на основе открытых данных

Большинство КА на ГСО находятся в зоне мониторинга АСПОС ОКП. Однако несмотря на достаточно высокий уровень организации российской СМКП, она в современных условиях быстроразвивающейся космической конъюнктуры имеет ряд существенных недостатков:

- Текущие возможности АСПОС ОКП обеспечивают мониторинг с различной периодичностью КО размером от 30 см на орбитах с высотами более 3 тыс. км. В низкоорбитальной области технические возможности системы ограничены и обеспечивают лишь эпизодическое получение измерительной информации по небольшому количеству КО [19].
- Существующая конфигурация АСПОС ОКП не содержит в своем составе специализированных РЛС, эффективных для контроля КМ и растущего числа малых КА на НОО.
- Присутствуют трудности в обеспечении требуемой точности баллистической информации для достоверного прогнозирования сближений КА с высокоорбитальными объектами в связи с недостаточным количеством средств мониторинга в составе АСПОС ОКП.
- АСПОС ОКП включает средства наземного базирования, расположенные только на территории России, Армении, Бразилии и ЮАР, что не позволяет оперативно выявлять изменения в космической обстановке. Из-за ограниченности территориально-пространственного размещения технических средств системы она не способна обеспечить глобальность мониторинга ОКП в области НОО.
- В 2017-2021 гг. АСПОС ОКП не имела на постоянном сопровождении иностранных КА от внешних заказчиков, поскольку является системой внутреннего пользования и предполагает возможный обмен данными во внешней среде только в рамках международного сотрудничества на правительственном уровне, но не в коммерческом секторе. Ввиду своей «закрытости» российская СМКП не представлена на международных рынках, что не позволяет занять устойчивую конкурентную позицию относительно таких широко известных сервисов как Space Track, EhoAnalytic, LeoLabs, EU SST и прочих. АСПОС ОКП может составить конкуренцию на международном рынке, однако в этом случае потребуются проведение комплексных организационно-технических мероприятий, включающих внедрение инструментов взаимодействия с клиентами, расширение охвата системы, а также повышение точности и оперативности формирования готовых информационных продуктов и услуг.
- В вопросах прогнозирования астероидно-кометной

опасности Россия на сегодняшний день находится в информационной зависимости от зарубежных государств и её вклад в обнаружение, сопровождение и оценку риска столкновения с потенциально опасными КО естественного происхождения, а также в работу международных структур по противодействию астероидно-кометной опасности незначителен. Задачи выявления и оценки угроз, связанных с потенциально опасными КО естественного происхождения, системно не решаются АСПОС ОКП ввиду изначального отсутствия закреплённых за системой соответствующих функций.

В настоящее время АСПОС ОКП не соответствует в полной мере динамично изменяющимся условиям и требованиям. В связи с этим обоснована целесообразность осуществить модернизацию и создать на основе АСПОС ОКП гражданскую СМКП нового поколения – систему информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности в ОКП «Млечный путь» (или коротко – Систему «Млечный путь»).

#### Млечный путь

Значительный научно-технический и технологический задел, накопленный при создании и эксплуатации АСПОС ОКП, является основой создания Системы «Млечный путь». Госкорпорацией «Роскосмос» совместно с АО «ЦНИИмаш» проводятся работы по формированию перспективной гражданской системы информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности, которая модернизирует и расширит возможности существующей АСПОС ОКП. Базовыми требованиями к Системе «Млечный путь» будут достоверность, полнота, точность и оперативность результатов, а ключевыми свойствами – открытость, доступность и востребованность. Планируемая возможная схема структуры будущей Системы «Млечный путь» представлена на рис. 9.

Система «Млечный путь» позволит обеспечить комплексный мониторинг состояния ОКП. Функционально Систему «Млечный путь» планируется представить в составе нескольких подсистем мониторинга ОКП: наблюдение за техногенными КО (КА и КМ), за состоянием космической погоды, а также отслеживание малых небесных тел – астероидов, метеороидов, комет. Каждая из подсистем мониторинга будет иметь свой информационно-аналитический центр и специализированный комплекс технических средств мониторинга ОКП [22].

Наземный сегмент Системы «Млечный путь» будет включать оптико-электронные, радиолокационные, радиотехнические средства [22]. По предварительным планам на ближайшие годы КСОЭС расширится до 65 телескопов, размещаемых в Западном и Восточном



полушарии. РЛС будущей модернизированной СМКП также планируется установить не только в России, но и за рубежом.

Система «Млечный путь» – с учетом развития и создания перспективных оптико-электронных, радиолокационных средств и совершенствования научно-методического аппарата – позволит обнаруживать КО техногенного происхождения в ОКП размером 5-7 см и более на высотах до 2,5 тыс. км, следить за КО размером от 10-15 см на высотах от 2,5 тыс. до 45 тыс. км и размером от 50 см до 1 м – на высотах более 45 тыс. км. В планах создания перспективной СМКП предусматривается разработка и внедрение специализированных средств обнаружения и мониторинга опасных небесных тел на расстоянии порядка 30 млн км от Земли, в том числе для раннего обнаружения астероидов, приближающихся к Земле со стороны Солнца [24].

В целях достижения максимально возможной эффективности обнаружения и наблюдения КО в составе СМКП будет представлен космический сегмент. В рамках проекта «Млечный путь» планируется выведение на орбиту группировки специализированных КА, оснащенных бортовыми оптико-электронными комплексами мониторинга ОКП. Запуск первого из них ожидается в конце 2027 г.

В более совершенную будущую отечественную СМКП планируется внедрить элементы искусственного интеллек-

та. Это позволит увеличить количество обрабатываемых измерений в 5 раз, чтократно уменьшит погрешность прогноза сближений техногенных КО на орбите [25].

В структуре отечественной СМКП намечается создание открытого информационного сервиса по предоставлению информации и услуг мониторинга широкому кругу потребителей, включая зарубежных. Предполагается, что потребителями результатов модернизированной СМКП выступят как российские, так и зарубежные госструктуры, международные организации и частные коммерческие компании. Доступ к информации будет обеспечен через открытую интернет-площадку, что позволит существенно повысить возможности коммерциализации деятельности СМКП. На основе данных, формируемых отечественной СМКП, будет создана линейка продуктов и услуг. Согласно предварительным оценкам, выручка от услуг мониторинга ОКП и превентивной защиты КА иностранных партнеров к 2035 г. может составить 1,2 млрд руб. [24].

Итоговая реализация проекта по созданию модернизированной отечественной СМКП «Млечный путь» планируется к 2035 г. С учетом необходимости обеспечения непрерывности решения задач мониторинга ОКП создание новой СМКП будет осуществляться параллельно с эксплуатацией АСПОС ОКП с использованием налаженных отработанных технологий и отдельных ее составных частей.

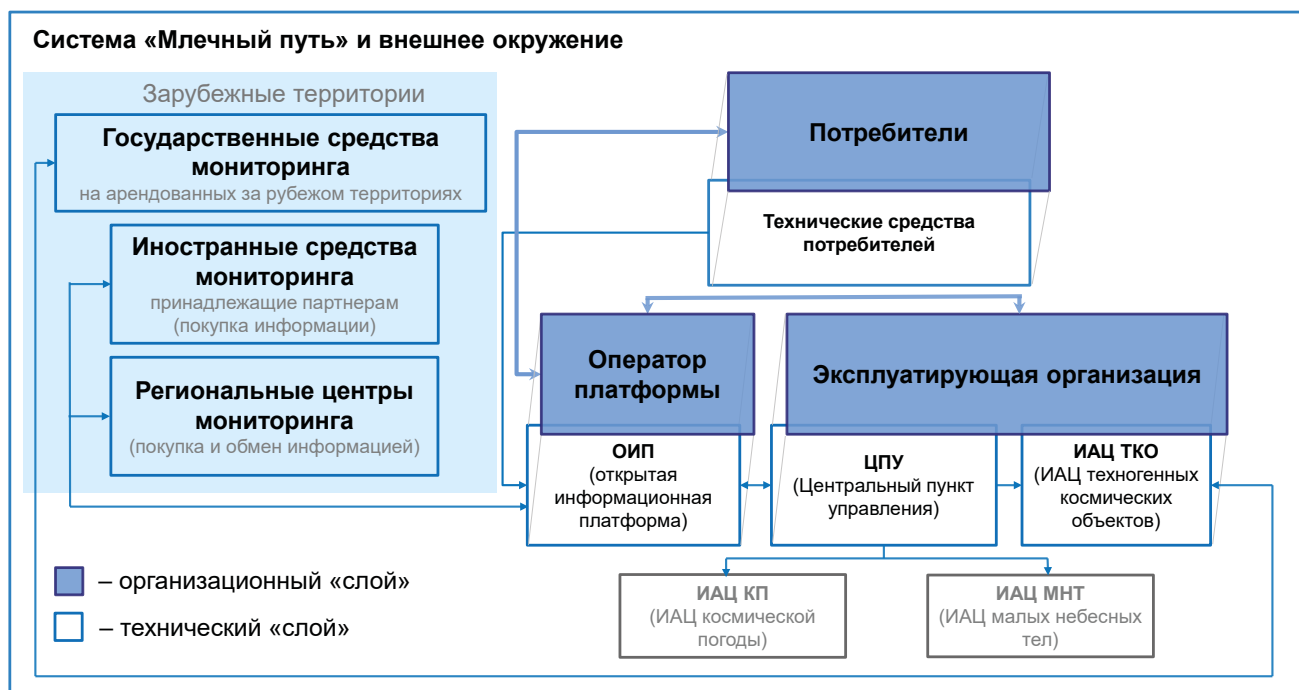


Рис. 9. Возможная структура системы информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности в ОКП «Млечный путь».

Источник: составлено разработчиками проекта Системы «Млечный путь»

### Заключение

Текущая и прогнозируемая ситуация стремительного роста техногенного засорения космического пространства обуславливает необходимость создания эффективных СМКП с целью информированности о ситуации в ОКП и превентивного реагирования на потенциальные угрозы. СМКП разного уровня развития существуют в России, США, Европейском союзе, Франции, Германии, Италии, Испании, Великобритании, Китае, Японии, Индии.

В настоящее время отечественная СМКП АСПОС ОКП требует совершенствования для лучшего соответствия динамично изменяющейся обстановке в ОКП

и генерируемых ею вызовам.

Очередным этапом развития АСПОС ОКП будет система информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности в ОКП «Млечный путь».

Проблема КМ и нарастания загруженности космического пространства носит глобальный характер, поэтому требуется не только развитие собственной СМКП на территории России, но и налаживание международного партнерства в области мониторинга ОКП, координации действий в космосе участниками космической деятельности и организации процессов обмена информацией.

### Список литературы

1. Юрий Макаров, Михаил Симонов, Михаил Яковлев, Игорь Олейников. АСПОС на страже Земли. Воздушно-космическая сфера, №1 (86), 2016. с. 18-27. – URL: <https://www.vesvks.ru/vks/article/aspos-na-strazhe-zemli-16051> (дата обращения 10.07.2023).
2. АО «ЦНИИмаш»: официальный сайт. – URL: <https://tsniimash.ru/science/scientific-and-technical-centers/flight-control-center-fcc/security-in-space/> (дата обращения 29.06.2023).
3. Деятельность NASA по снижению рисков, связанных с орбитальным мусором. Служба генеральной инспекции NASA. Отчет № IG-21-011. Январь, 2021. – URL: <https://oig.nasa.gov/docs/IG-21-011.pdf> (дата обращения 02.07.2023).
4. Европейское космическое агентство: официальный сайт. Космическая безопасность, космический мусор в цифрах. – URL: [https://www.esa.int/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers) (дата обращения 26.06.2023).
5. Как космический мусор создает угрозу современной жизни. Международная деловая газета Financial Times, 08.06.2022. – URL: <https://ig.ft.com/space-debris/> (дата обращения 12.07.2023).
6. Миру срочно нужен новый способ отслеживания космического мусора. Информационный портал Quartz, 03.02.2022. – URL: <https://qz.com/2117677/the-world-urgently-needs-a-new-way-to-track-space-junk> (дата обращения 06.07.2023).
7. Европейское космическое агентство: официальный сайт. История появления космического мусора. – URL: [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2021/03/The\\_history\\_of\\_space\\_debris\\_creation](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/03/The_history_of_space_debris_creation) (дата обращения 30.06.2023).
8. Ассоциация спутниковой индустрии. 26-ой ежегодный отчет о состоянии спутниковой отрасли. Июнь, 2023. – URL: <https://sia.org/record-setting-growth-highlights-commercial-satellite-industry-as-it-continues-to-dominate-expanding-global-space-business-sia-releases-26th-annual-state-of-the-satellite-industry-report/> (дата обращения 12.06.2023).
9. Юрий Борисов: к 2025 году число спутников на орбите Земли вырастет до 70 тысяч. Российская газета, 26.04.2023. – URL: <https://rg.ru/2023/04/26/iurij-borisov-k-2025-godu-chislo-sputnikov-na-orbite-zemli-vyrastet-do-70-tysiach.html> (дата обращения 17.06.2023).
10. Технологическая оценка: крупные группировки спутников. Смягчение влияния на окружающую среду и других воздействий. Счётная Палата США, доклад адресатам Конгресса. Сентябрь, 2022. – URL: <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105166.pdf> (дата обращения 22.06.2023).
11. Управление космическим движением. Доклад Национальной академии государственного управления США. Август, 2020. – URL: [https://napawash.org/uploads/NAPA\\_OSC\\_Final\\_Report.pdf](https://napawash.org/uploads/NAPA_OSC_Final_Report.pdf) (дата обращения 29.06.2023).
12. Шустов Б.М. О роли науки в изучении и парировании космических угроз. Вестник Российской академии наук, 2019, том 89, N 8, с. 777–799. DOI:10.31857/S0869-5873898777-799 – URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-5873/article/view/15641/pdf> (дата обращения 25.06.2023).

13. МАК «Вымпел». Официальный сайт. Презентация. – URL: <https://macvypmel.ru/upload/catalog/ru-catalog-2022.pdf> (дата обращения 02.07.2023).
14. Спутникам SpaceX Starlink пришлось совершить 25 000 маневров по предотвращению столкновений всего за 6 месяцев – и ситуация будет усугубляться в будущем. Онлайн-издание Space.com, 06.07.2023 – URL: <https://www.space.com/starlink-satellite-conjunction-increase-threatens-space-sustainability> (дата обращения 01.07.2023).
15. Роберт Дж. Роветто, Т.С. Келсо. Основы онтологии сферы обеспечения информированности о ситуации в космической среде. Материалы 26-ой конференции Американского института авиации и космонавтики «Механика космического полета». Февраль, 2016. – URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1606/1606.01924.pdf> (дата обращения 05.07.2023).
16. Информированность о ситуации в космическом пространстве. Сборник-руководство проекта «Индекс космической безопасности»: Состояние и знание космической среды. Сентябрь, 2020. – URL: <https://spacesecurityindex.org/2020/09/space-situational-awareness/> (дата обращения 29.06.2023).
17. Отчет об исследовании рынка: Информированность о ситуации в космическом пространстве. Аналитическо-консалтинговое агентство Fortune Business Insights. Июнь, 2021. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/space-situational-awareness-ssa-market-105446> (дата обращения 30.06.2023).
18. Отчет об исследовании рынка: размер, доли, тренды, прогноз рынка услуг предоставления информации о ситуации в космическом пространстве и отраслевой анализ – 2022-2028. Аналитическо-консалтинговое агентство Stratview Research. – URL: <https://www.stratviewresearch.com/599/space-situational-awareness-market.html> (дата обращения 07.07.2023).
19. Коблов С.В., Макаров Ю.Н., Ступак Г.Г. Пути развития российской автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве. Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, №683, 2022, с.232-237. – URL: [https://vka.mil.ru/upload/site5/document\\_file/nn0e9qhlvf.pdf](https://vka.mil.ru/upload/site5/document_file/nn0e9qhlvf.pdf) (дата обращения 19.06.2023).
20. Макаров Ю.Н. Мониторинг техногенного засорения космического пространства. Проблемы и решения. Научно-технический журнал «Наноиндустрия», Том 12, № 1, 2019, с. 6-14. DOI: 10.22184/1993-8578.2019.12.1.6.14 – URL: [https://www.nanoindustry.su/files/article\\_pdf/7/article\\_7236\\_770.pdf](https://www.nanoindustry.su/files/article_pdf/7/article_7236_770.pdf) (дата обращения 21.06.2023).
21. Выступление делегации РФ в ходе 59-й сессии Научно-технического подкомитета Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях по пункту 8 «Космический мусор». 2022. – URL: [https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2022/statements/8\\_Russia\\_ver.1\\_8\\_Feb\\_PM.pdf](https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2022/statements/8_Russia_ver.1_8_Feb_PM.pdf) (дата обращения 23.06.2023).
22. Ступак Г.Г. О системе информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности в околоземном космическом пространстве «Млечный Путь». Научно-практическая конференция с международным участием «Околоземная астрономия – 2022» 18 – 21 апреля 2022 г., с.24-26. – URL: <http://www.inasan.ru/wp-content/uploads/2022/04/Abstract-Book-2022.pdf> (дата обращения 25.06.2023).
23. ЦНИИмаш выявил свыше 16 тыс. сближений МКС и спутников РФ с опасными объектами в 2022 году. Информационный портал «Новости космонавтики», 14.03.2023. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/news/85698/> (дата обращения 29.06.2023).
24. Как Россия планирует контролировать космическое пространство. Информационный портал Госкорпорации «Роскосмос», 20.01.2022. – URL: <https://www.roscosmos.ru/33861/> (дата обращения 30.06.2023).
25. Россия в 2027 году запустит первый спутник системы мониторинга космического мусора. Информационный портал «Новости космонавтики», 28.05.2020. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/news/56459/> (дата обращения 01.07.2023).

#### List of literature

1. Yuri Makarov, Mikhail Simonov, Mikhail Yakovlev, Igor Oleinikov. ASPOS guarding Earth. *Vozdushno-kosmicheskaya sfera* [Aerospace Sphere Journal], No 1 (Vol.86), 2016. pp. 18-27. – URL: <https://www.vesvks.ru/vks/article/aspos-na-strazhe-zemli-16051> (accessed 10.07.2023).
2. Central Research Institute for Machine Building (JSC “TsNIIMash”): official website. – URL: <https://tsnimash.ru/science/scientific-and-technical-centers/flight-control-center-fcc/security-in-space/> (accessed 29.06.2023).
3. NASA's Efforts to Mitigate the Risks Posed by Orbital Debris. NASA Office of Inspector General. Report No IG-21-011. January, 2021. – URL: <https://oig.nasa.gov/docs/IG-21-011.pdf> (accessed 02.07.2023).
4. The European Space Agency: official website. Space Safety, Space debris by the numbers. – URL: [https://www.esa.int/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers) (accessed 26.06.2023).
5. How space debris threatens modern life. *Financial Times*, 08.06.2022 – URL: <https://ig.ft.com/space-debris/> (accessed 12.07.2023)
6. The world urgently needs a new way to track space junk. Online information platform Quartz, 03.02.2022. – URL: <https://qz.com/2117677/the-world-urgently-needs-a-new-way-to-track-space-junk> (accessed 06.07.2023).

7. The European Space Agency: official website. The history of space debris creation – URL: [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2021/03/The\\_history\\_of\\_space\\_debris\\_creation](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/03/The_history_of_space_debris_creation) (accessed 30.06.2023).
8. Satellite Industry Association. 26th Annual State of the Satellite Industry Report, 2023. – URL: <https://sia.org/record-setting-growth-highlights-commercial-satellite-industry-as-it-continues-to-dominate-expanding-global-space-business-sia-releases-26th-annual-state-of-the-satellite-industry-report/> (accessed 12.06.2023).
9. Yuri Borisov: by 2025 the number of satellites in Earth's orbit to grow to 70,000. Rossiyskaya Gazeta [Russian Gazette], 26.04.2023. – URL: <https://rg.ru/2023/04/26/iurij-borisov-k-2025-godu-chislo-sputnikov-na-orbite-zemli-vyrastet-do-70-tysyach.html> (accessed 17.06.2023).
10. Technology Assessment: Large Constellations of Satellites. Mitigating Environmental and Other Effects. Report of United States Government Accountability Office to Congressional Addressees. September, 2022. – URL: <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105166.pdf> (accessed 22.06.2023).
11. Space Traffic Management. Report of National Academy of Public Administration. August, 2020. – URL: [https://napawash.org/uploads/NAPA\\_OSC\\_Final\\_Report.pdf](https://napawash.org/uploads/NAPA_OSC_Final_Report.pdf) (accessed 29.06.2023).
12. Shustov B.M. The role of science in the study of and response to space threats. Herald of the Russian Academy of Sciences, No 8 (Vol. 89), 2019, pp. 777–799. DOI:10.31857/S0869-5873898777-799 – URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-5873/article/view/15641/pdf> (accessed 25.06.2023).
13. JSC “Vympel”: official website. Presentation. – URL: <https://macvympel.ru/upload/catalog/ru-catalog-2022.pdf> (accessed 02.07.2023).
14. SpaceX Starlink satellites had to make 25,000 collision-avoidance maneuvers in just 6 months – and it will only get worse. Online information platform Space.com, 06.07.2023 – URL: <https://www.space.com/starlink-satellite-conjunction-increase-threatens-space-sustainability> (accessed 01.07.2023).
15. Robert J. Rovetto, T.S. Kelso. Preliminaries of a Space Situational Awareness Ontology. 26th AAS/AIAA Space Flight Mechanics meeting, February, 2016. – URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1606/1606.01924.pdf> (accessed 05.07.2023).
16. Space Situational Awareness. SSI Issue Guide: Condition and Knowledge of the Space Environment. September, 2020. – URL: <https://spacesecurityindex.org/2020/09/space-situational-awareness/> (accessed 29.06.2023).
17. Market Research Report: Space Situational Awareness. Fortune Business Insights. June, 2021. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/space-situational-awareness-ssa-market-105446> (accessed 30.06.2023).
18. Market research Report: Space Situational Awareness Market Size, Share, Trend, Forecast and Industry Analysis – 2022-2028. Stratview Research. – URL: <https://www.stratviewresearch.com/599/space-situational-awareness-market.html> (accessed 07.07.2023).
19. Koblov S.V., Makarov Yu.N., Stupak G.G. Pathways of development of Russian automated warning system for dangerous situations in near-Earth space. Proceedings of A.F. Mozhaysky's Military-Space Academy, No 683, 2022, pp. 232-237. – URL: [https://vka.mil.ru/upload/site5/document\\_file/nn0e9qhlvf.pdf](https://vka.mil.ru/upload/site5/document_file/nn0e9qhlvf.pdf) (accessed 19.06.2023).
20. Makarov Yu.N. Monitoring of technogenic pollution of outer space. Problems and solutions. Scientific and technical journal Nanoindustriya [Nanoindustry], No. 1 (Vol. 12), 2019, pp. 6-14. DOI: 10.22184/1993-8578.2019.12.1.6.14 – URL: [https://www.nanoindustry.su/files/article\\_pdf/7/article\\_7236\\_770.pdf](https://www.nanoindustry.su/files/article_pdf/7/article_7236_770.pdf) (accessed 21.06.2023).
21. Russian delegation's report at 59th session of the Scientific and Technical Subcommittee of The United Nations Office for Outer Space Affairs, subsection 8 “Space Debris”. February, 2022. – URL: [https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2022/statements/8\\_Russia\\_ver.1\\_8\\_Feb\\_PM.pdf](https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2022/statements/8_Russia_ver.1_8_Feb_PM.pdf) (accessed 23.06.2023).
22. Stupak G.G. On the system of information and analytical support for ensuring the safety of space activities in near-Earth space “Mlechny j Put”. Research-to-Practice Conference “Near-Earth Astronomy-2022” with international participation on 18 – 21 April 2022, pp. 24-26. – URL: <http://www.inasan.ru/wp-content/uploads/2022/04/Abstract-Book-2022.pdf> (accessed 25.06.2023).
23. TsNIIMash detected over 16,000 conjunctions between the ISS and Russian satellites with dangerous objects in 2022. Online information platform Novosti Kosmonavtiki [News of Cosmonautics], 14.03.2023. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/news/85698/> (accessed 29.06.2023).
24. How Russia plans to control outer space. Online data portal of State Space Corporation “Roscosmos”, 20.01.2022. – URL: <https://www.roscosmos.ru/33861/> (accessed 30.06.2023).
25. Russia to launch first satellite of space debris monitoring system in 2027. Online information platform Novosti Kosmonavtiki [News of Cosmonautics], 28.05.2020. – URL: <https://novosti-kosmonavtiki.ru/news/56459/> (accessed 01.07.2023).

Рукопись получена: 17.07.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023

## Разработка концепций и экспертиза инвестиционных проектов при расширении машиностроительных производств

### *Developing concepts and expertise of investment projects while expanding machine-building industries*

*Рассмотрен опыт разработки концепций и экспертизы инвестиционных проектов при расширении машиностроительных производств, в ходе выполнения которых апробированы методики параллельной разработки концепции и цифровых моделей производственных систем или моделиориентированная разработка производств. Показано решение задачи выбора рационального набора технологий изготовления заданной номенклатуры с использованием нейросетевых технологий. Достигнуто существенное сокращение сроков разработки моделей при качественном повышении достоверности оценок при экспертизе инвестиционных проектов.*

*The experience of developing concepts and appraisal of investment projects during the expansion of machine-building industries is considered, during which methods of parallel development of the concept and digital models of production systems or model-oriented development of production were tested. The solution of the problem of choosing a rational set of manufacturing technologies for a given nomenclature is shown using neural network technologies. A significant reduction in the terms of model development was achieved with a qualitative increase in the reliability of estimates during the examination of investment projects.*

**Ключевые слова:** машиностроительные производства, концепции производств, инвестиционные проекты, имитационное моделирование, цифровые двойники, модели производств, нейросетевые технологии.

**Keywords:** machinery production, production concepts, investment project, simulation, digital twins, production models, neural network technologies.



**КАБАНОВ  
АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ**

*Доцент, к.т.н., менеджер комплексных проектов, отдел операционной эффективности Управления стратегического планирования и операционной эффективности, АО «Организация «Агат»*

*ORCID: 0000-0003-1989-0499*

*E-mail: KabanovAA@agat-roscosmos.ru*

**KABANOV  
ALEXANDER**

*Cand. Sc. (Technology), Associate Professor, Operational Efficiency Department Complex Projects Manager Strategic Planning and Operational Efficiency Directorate, JSC «Organization «Agat»*



**МОХОВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ**

Главный эксперт, отдел операционной эффективности Управления стратегического планирования и операционной эффективности, АО «Организация «Агат»

E-mail: MokhovMY@agat-roscosmos.ru

**МОКHOV MIKHAIL**

Operational Efficiency Department Chief Expert Strategic Planning and Operational Efficiency Directorate, JSC «Organization «Agat»



**СОКОЛОВ ИЛЬЯ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ**

Начальник отдела операционной эффективности Управления стратегического планирования и операционной эффективности, АО «Организация «Агат»

E-mail: MokhovMY@agat-roscosmos.ru

**SOKOLOV ILYA**

Operational Efficiency Department Chief Strategic Planning and Operational Efficiency Directorate, JSC «Organization «Agat»



**ТЛИБЕКОВ АЛЕКСЕЙ ХАБИЕВИЧ**

Профессор, д.т.н., главный инженер проекта, ООО «Вебер Инжиниринг»

ORCID: 0009-0009-0556-284X

E-mail: Tlibekov@weber.ru

**TLIBEKOV ALEKSEY**

D. Sc. (Technology), professor, chief project engineer, LLC “Weber Engineering”



**ФЕДОРОВ ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Доцент, к.т.н., главный эксперт, отдел операционной эффективности Управления стратегического планирования и операционной эффективности, АО «Организация «Агат»

ORCID: 0000-0001-6644-2838

E-mail: FedorovIA@agat-roscosmos.ru

**FEDOROV ILYA**

Cand. Sc. (Technology), Associate Professor, Operational Efficiency Department Chief Expert Strategic Planning and Operational Efficiency Directorate, JSC «Organization «Agat»

**Введение**

Особо значимые и актуальные в последнее время для предприятий машиностроения вопросы импортозамещения и увеличения объемов производства требуют новых подходов к разработке проектов расширения и модернизации производственных систем, а также экспертизы соответствующих инвестиционных проектов.

Главными факторами, дающими преимущество в этих условиях, выступают:

- скорость генерации и разработки проектных решений при существенной неопределенности программы производства (как по номенклатуре, так и по объему) и большом числе возможных альтернативных вариантов реализаций концепций производства (варианты технологий производства, варианты размещения производства, варианты инсорсинга/аутсорсинга производства и пр.);
- точность оценок (экспертизы) инвестиционных

проектов и достоверность, напрямую определяющих степень риска реализации того или иного варианта концепции.

Указанные факторы находятся в противоречии. Чем выше точность, тем больше времени требуется для проработки концепции. Во многом именно по этой причине имитационная экспертиза проектов машиностроительных производств на этапе концепции в отечественной практике распространения не получила. Опыт инжиниринговых компаний показывает, что, как правило, оценка порядка требуемых инвестиций выполняется на основе грубых расчетов и не превышает 1-2 месяца, цикл же разработки цифровых моделей производственных систем в зависимости от состояния исходных данных варьируется от 3-х до 6 месяцев.

Однако такой подход себя оправдывает тогда, когда имеется явно выраженный претендент к реализации. Когда же возможных направлений (стратегий) разработ-

ки концепций несколько, то повторное использование результатов разработки имитационной модели дает существенный выигрыш по времени при существенно большей достоверности оценки.

Кроме этого, как далее будет показано, возможна параллельная разработка модели в ходе формирования так называемой в среде инжиниринговых компаний базы данных проекта.

В ряде случаев использование предлагаемых подходов позволяет отказаться от использования методов группирования и деталей-представителей, что дает возможность более полного использования преимуществ модели ориентированного подхода при внесении большого числа изменений в проект.

### Параллельная разработка концепции и модели производства

Типовой порядок разработки модели предусматривает выполнение следующих работ:

- формирование достоверных данных о производственной системе (производственный состав изделий, технологические маршруты, продолжительность циклов производства, состав технологического оборудования, рабочих мест и производственного персонала);
- разработка, верификация и валидация имитационной модели производственной системы (цифрового двойника);
- постановка экспериментов на модели производственной системы;
- анализ результатов моделирования, выявление неэффективных этапов производства и «узких мест»;
- определение потребности в организационных и технологических решениях, поиск решений;
- разработка мероприятий по повышению эффективности, оценка их рентабельности, выбор наилучшего варианта;
- интеграция цифрового двойника в ИТ-инфраструктуру предприятия;
- создание системы поддержки принятия решения для непрерывного совершенствования процессов производства на постоянной основе.

Для организации параллельной разработки концепций и анализа цифровых двойников производств необходимо, во-первых, построить программно-аппаратную инфраструктуру управления цифровыми двойниками производств, а, во-вторых, идентифицировать и управлять самими цифровыми двойниками производств.

В состав программно-аппаратной инфраструктуры управления цифровыми двойниками производств (рис. 1) входят системы-поставщики данных, системы

преобразования данных и ключевой компонент – система управления цифровыми двойниками. Поставщиками данных являются системы промышленной автоматизации различных классов (CAD/CAPP/PLM/ERP), а системы преобразования данных – это системы, позволяющие автоматизировать процессы преобразования формы и структуры данных источников в соответствие с потребностями принимающей системы управления. Для систем поставщиков данных и преобразования данных существуют готовые решения различного уровня качества как зарубежных, так и отечественных вендоров, в то время как существующих решений для системы управления цифровыми двойниками в явном виде на сегодняшний день не существует.

Первым этапом разработки такой системы управления (см. рис. 2), верхнеуровневая архитектура которой определяется в стандарте [1], является формирование структуры процессов самого цифрового двойника в виде потоков материалов, производственных ресурсов, персонала (процессная модель цифрового двойника) и механизмов управления процессами и данными цифрового двойника (процессная модель системы управления).

Вторым этапом является формирование структуры данных, обеспечивающих онтологию цифровых двойников производств, и механизмов управления ими путем гармонизации международных и государственных стандартов (например, ISO 10303-242 и ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014) для описания концептов производственной системы, среди которых: продукт, процесс, персонал, средства технологического оснащения, материалы, инфраструктура, условия эксплуатации [2]. Онтологическая модель предметной области позволит решить задачи интероперабельности (функциональной совместимости) приложений, использующих данные цифровых двойников производств, за счет использования в своей структуре сущностей, инвариантных контексту отдельных предприятий [3]. Эта интероперабельность будет реализована как за счет обеспечения совместимости моделей информационного обеспечения процессов различных стадий жизненного цикла (ЖЦ) продукта и производства, так и за счет обеспечения совместимости разнородных моделей информационного обеспечения в рамках одной стадии ЖЦ продукта и производства. В конечном итоге это обеспечит интеграцию с одноранговыми приложениями управления цифровыми двойниками производств и повысит интегративную эффективность – получение данных цифрового двойника из различных систем промышленной автоматизации.

На основе потребностей процессной модели использования цифрового двойника и онтологической модели производства разрабатывается схема данных системы



Рис. 1. Программно-аппаратная инфраструктура управления цифровыми двойниками производства.  
 Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

управления цифровыми двойниками. Затем она интерпретируется в реляционную модель хранения информации выбранной СУБД. При этом выделяются два класса объектов, ориентированные на различные механизмы управления их изменчивостью:

1. Некофигурируемые объекты (немодифицируемые объекты), которые «безусловно» составляют массив данных описания производственной системы, т.е. в каждый дискретный момент существования производственной системы ей соответствует единственный массив таких объектов. Такие объекты применяются, например, для описания продуктов с единственно возможной конфигурацией, неизменных компонентов организационной структуры предприятий (цех, подразделение, производственная ячейка), персонала определенной специализации и квалификации.
2. Конфигурируемые объекты (модифицируемые объекты), которые существуют одновременно в нескольких массивах данных описания производственной системы, каждый из которых описывает одну конфигурацию производственной

системы. С конфигурируемыми объектами могут быть связаны правила их применимости в модели производственной системы (условия использования). Такими объектами, как правило, являются компоненты изделий, операции технологических процессов, производственные центры, если их вариативность рассматривать в контексте конфигурирования оснащения самого оборудования (инструментами, приспособлениями и средствами автоматизации).

Использование модификаций объектов, наряду с сохранением истории изменений, позволяет обеспечить автоматизированное конфигурирование исполняемых моделей производственной системы (например, имитационных моделей различных ее вариантов) для анализа в контексте требуемого применения цифрового двойника производства. При этом механизмы этого конфигурирования могут быть унифицированы относительно запросов в базу данных системы управления цифровыми двойниками, поскольку ее схема данных разработана на основе онтологической модели производственной системы. Для реализации этих механизмов





Рис. 2. Два этапа организации параллельной разработки концепций и анализа цифровых двойников производств. Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

может быть использован непроцедурный язык программирования – таблицы решения [4; 5], который позволит на основе подхода “no code” оперативно формировать базу знаний проектов цифровых двойников производства, тем самым обеспечивая непрерывное развитие как базы данных конкретного проекта, так и системы управления в целом.

На основе схемы данных системы управления цифровыми двойниками определяются требования к формату поставляемых данных из систем промышленной автоматизации, конфигурируются процедуры получения этих данных. Эти процедуры могут быть реализованы в контуре сторонних специализированных систем, интегрированных с системой управления, либо в контуре ее самой. Для реализации таких процедур в контуре самой системой управления может быть также использован непроцедурный язык программирования связанных таблиц решения. В данном случае он позволит оперативно разрабатывать интеграционные шаблоны преобразования данных для конкретной системы автоматизации предприятия.

На втором этапе – этапе идентификации и управления самими цифровыми двойниками производств – сначала определяются источники данных цифровых двойников и форматы, в которых эти данные могут быть поставлены. Полученные форматы данных служат основанием для разработки процедур процесса переноса данных из источников в базы данных проекта. С использованием этих процедур выполняется интеграция

источников данных с системой управления цифровыми двойниками производств, оценивается их формальная целостность средствами самой базы данных проекта, после чего формируются массив данных для оценки их достоверности на статической и динамической моделях производства.

Полностью валидированные данные служат основой для формирования справочника производственной системы предприятия и его текущего состояния – цифрового двойника производства.

Эта модель формируется в три этапа:

- сведения об изделиях (номенклатура и состав);
- сведения о производстве (спецификация оборудования и технологические процессы);
- сведения о маршрутных процессах изготовления изделий.

Цифровой двойник производства является базовой линией конфигурации, на основании которой с использованием справочника производственной системы предприятия разрабатываются перспективные модели производства. Для этого используются автоматизированные механизмы конфигурирования моделей из базы знаний системы управления цифровыми двойниками производств.

После анализа перспективных моделей производств полученные результаты в виде журнала имитационного эксперимента интерпретируются и заносятся в базу данных проекта для дальнейшего анализа. Процедуры анализа результатов исследования цифровых двойни-

ков могут быть также формализованы в виде связанных таблиц решений в контуре системы управления либо для этого анализа могут быть использованы сторонние системы класса “business intelligence”<sup>1</sup>, интерфейсы которых должны быть настроены на структуру хранения результатов в базе данных проекта.

В контексте основных информационных механизмов, обеспечивающих параллельную разработку моделей производств и их анализа, можно идентифицировать следующие основные преимущества использования базы данных проекта и системы управления цифровыми двойниками производств:

- управление модификациями данных, порождаемыми при внесении изменений в описание производственной системы предприятия, обеспечивает как возможность восстановления проектных данных в случае некорректно выполненных процедур, так и возможность автоматизации процессов управления конфигурациями цифровых двойников производств;
- использование в системе управления цифровыми двойниками производств классических механизмов разграничения доступа к данным проекта позволит сократить время формирования и анализа моделей производственных систем за счет организации совместной работы над проектом;
- использование непроцедурного языка программирования в виде связанных таблиц решений для формализации различных процедур управления

цифровыми двойниками позволит сократить время и затраты как на сбор и валидацию данных цифровых двойников, так и на формирование анализа моделей производств;

- накопленные со временем развития проектов формализованные процедуры позволят создать базу знаний цифровых двойников производств, которая повысит эффективность реализации проектов за счет использования готовых, апробированных решений по формированию, анализу и выбору оптимальных вариантов производственных систем.

**Оценка конфигураций производств, постановка экспериментов на моделях производств, формирование альтернативных вариантов концепций**

Используемый программный инструмент [6] предусматривает последовательную разработку и оценку модели производства, разработку динамической модели с использованием 3-х модулей программы: модуль «Редактор», модуль «Планирование», модуль «Моделирование». Схема использования ПО показана на рис. 3.

Ниже представлены алгоритмы последовательности разработки моделей для текущего (рис. 4) и целевого (рис. 5) состояний производственной системы.

Как видно из рис. 4, суть этапа разработки модели текущего состояния сводится к задаче нахождения таких значений длительностей выполнения работ, при которых результаты работы модели подтверждают исторические данные по выпуску изделий. Такая постановка в полной мере оправдана, поскольку для большинства отечественных предприятий характерны высокая степень досто-

<sup>1</sup> Business Intelligence (англ. бизнес-аналитика) - методы и инструменты, обеспечивающие перевод информации в доступную форму.

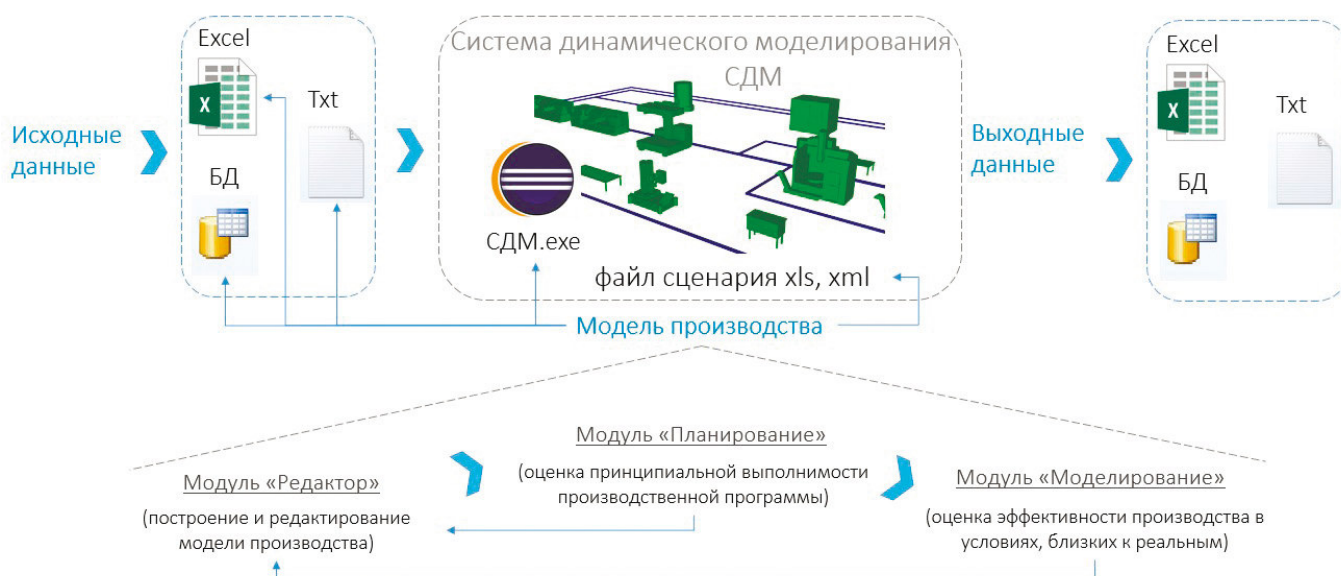


Рис. 3. Схема использования программного инструмента моделирования производственных систем. Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

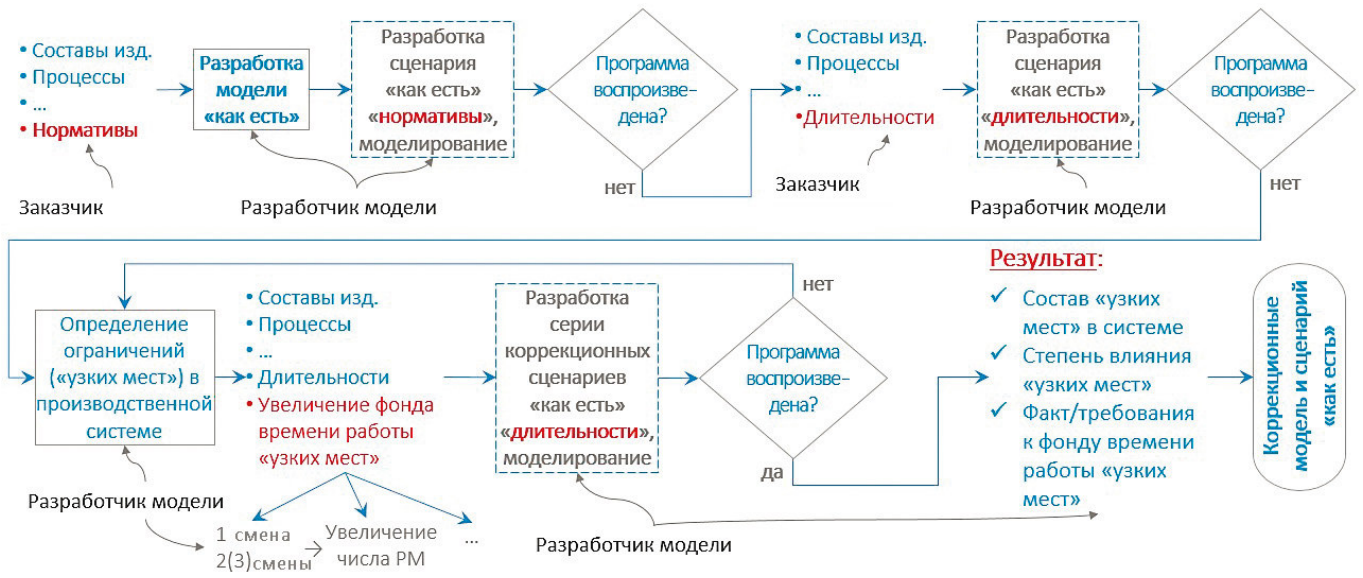


Рис. 4. Последовательность разработки моделей (текущее состояние).  
 Источник: разработано авторами на основании собственных исследований



Рис. 5. Последовательность разработки моделей (целевое состояние).  
 Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

верности данных в части структуры маршрутных технологических процессов и низкое качество данных или их полное отсутствие в части значений длительностей выполнения операций. С привлечением специалистов производства, а также с использованием интеллектуальных алгоритмов такая процедура позволяет достичь быструю сходимости модели, а значит, сократить общие сроки работ, не теряя в качестве оценок.

При разработке модели целевого состояния базой служит валидированная модель текущего состояния. В проектах по модернизации или расширению производства это является ответом на часто задаваемый вопрос

«Насколько можно доверять модели?», т.к. база подтверждена опытом, а вносимые изменения в систему производства валидируются на собственных моделях, к примеру, на основе моделирования в системах класса CAM<sup>2</sup>. В этом случае качество экспертизы позволяет подтвердить не только тенденции в системе (что тоже применяется в проектах, там, где этого достаточно), но и с уверенностью опираться на полученные абсолютные значения показателей функционирования системы.

<sup>2</sup> CAM (англ. Computer-aided manufacturing) - автоматизированная система, предназначенная для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

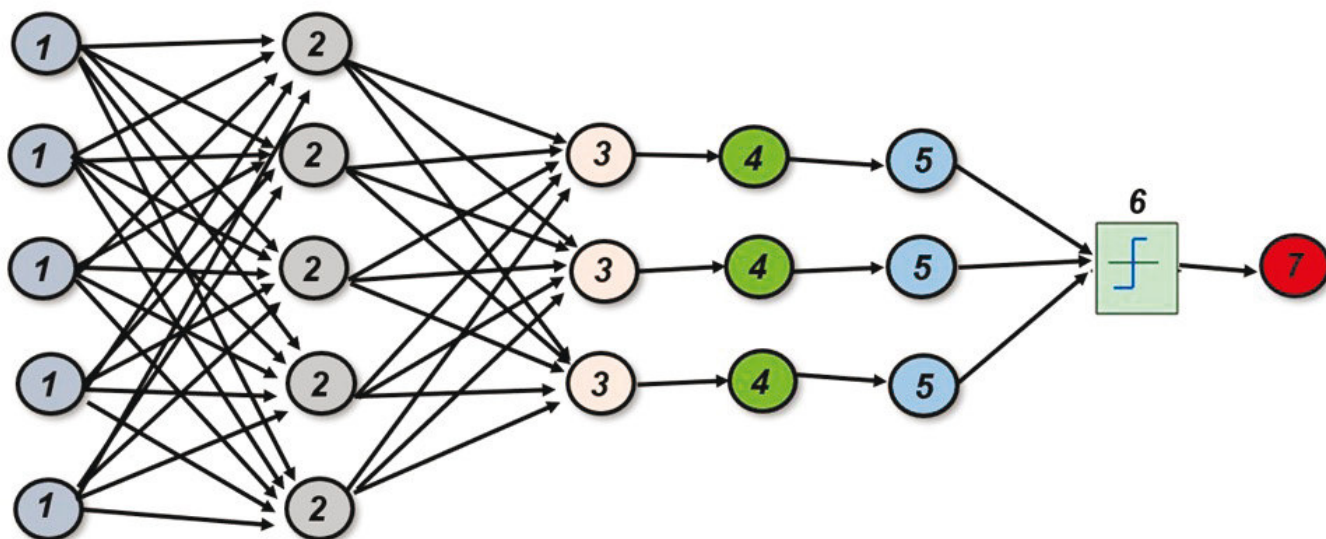


Рис. 6. Возможная архитектура нейронной сети для решения задачи выбора рационального набора технологий изготовления деталей заданной номенклатуры.

Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

№	Содержание блоков алгоритма	Структура алгоритма
1	2	3
1	Список изготавливаемых деталей, программа их производства, чертежи деталей	
2	База конструкторских ( $\alpha$ ) и технологических ( $\beta$ ) параметров деталей	
3	Массив конкурирующих маршрутных технологических процессов	
4	Интерполяция основного времени обработки ( $T_0$ ) модифицированным дробно-степенным рядом Пюизо-Ньютона	
5	База показателей маршрутных технологических процессов	
6	Функция активации: поиск оптимальных вариантов маршрутных технологических процессов	
7	Оптимальное решение	

Табл. 1. Содержание блоков и структура алгоритма работы нейронной сети для решения задачи выбора рационального набора технологий изготовления деталей заданной номенклатуры.

Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

### Проектирование альтернативных вариантов производства с использованием нейросетевых технологий

В случае проектирования производства для изготовления широкой номенклатуры деталей с большим числом альтернативных вариантов технологий изготовления проведение полного цикла имитационного моделирования для каждого из вариантов концепции становится неэффективным. Выходом является использование аппарата нейронных сетей (возможная архитектура сети для этой задачи показана на рис. 6), с помощью которого подбирается наиболее рациональный вариант набора технологий производства заданной номенклатуры. Этот вариант далее подается на вход имитационной модели для валидации.

Блоки алгоритма работы нейронной сети (табл. 1) построены по принципу гибридной, обучаемой, многослойной сети рекуррентного распространения. Рассмотрим содержание и принципы работы блоков сети на примере проектирования производства деталей из листа.

В результате анализа чертежей изготавливаемых деталей формируется база конструкторских и технологических параметров.

Конструкторские параметры ( $\alpha$ ):

- толщина листа, из которой изготовлена деталь;
- диаметр (или длина);
- ширина;
- вес детали;

Технологические параметры ( $\beta$ ):

- перспективная производственная программа (если перспективная производственная программа не известна, выполняется ее прогноз [7]);
- периметр наружного и внутренних контуров;
- количество врезок для формирования внутренних контуров детали;
- предел прочности материала при растяжении;
- количество ударов и количество смен инструмента при изготовлении деталей на координатно-револьверном прессе. В зависимости от конструкции детали эти сведения дополняются количеством формовок, отверстий с фасками и резьбовых отверстий, длиной обработки роликом;
- количество линий гибки и высота максимальной полки.

Массив конкурирующих маршрутных технологических процессов формируется из операций изготовления заготовки или готовой детали по различным технологиям: резка на гильотинных или роликовых ножницах, лазерная, гидроабразивная или плазменная резка (первые операции обработки). Последующие операции выполняются вырубкой на координатно-револьверном прессе, свободной гибкой, вырубкой из ленты или из полосы на универсальных прессах, гибкой, вытяжкой или формовкой в штампе.

Расчет основного времени обработки ( $T_o$ ) одной детали средней сложности из листа с использованием специализированных САМ систем занимает от 0,5 до 1,0 часа. Как правило, при проектировании производства выполняется анализ от сотни до нескольких тысяч деталей. Поэтому выбирают детали-представители, для которых точно известно основное время обработки на разном оборудовании. Для расчета времени обработки остальных деталей ООО «Вебер Инжиниринг» разработан метод интерполяции модифицированным дробно-степенным рядом Пюизо-Ньютона по генетическому алгоритму. Это значительно сокращает время проектирования производства и обеспечивает допустимую точность проектирования. Например, для интерполяции времени штамповки на координатно-револьверном прессе из всей номенклатуры деталей выбрано 18% деталей-представителей, для изготовления методом свободной гибки 17%, а для резки лазером 2,5% (табл. 2).

При этом погрешность интерполяции и расчета времени обработки для остальных деталей не превысила 6%. Если использовать для интерполяции большую выборку из генеральной совокупности деталей, можно значительно повысить точность проектирования.

Зная основное время, можно сформировать базу показателей маршрутных технологических процессов, которую составляют подготовительно-заключительное время ( $T_{пз}$ ), оптимальная партия обработки ( $N_{opt}$ ), вспомогательное время ( $T^в$ ), станкочемкость ( $S$ ), количество ( $C_i$ ), коэффициенты загрузки ( $K_z$ ) и использования ( $K_{и}$ ) оборудования [7].

Практически каждую деталь из листа можно изготовить по различным технологическим маршрутам.

Технологический процесс	Количество деталей	Количество деталей-представителей	Максимальная погрешность интерполяции, %
Штамповка на координатно-револьверном прессе	38	7	3,42
Свободная гибка	23	4	-0,53
Резка лазером	594	15	-5,62

Табл. 2. Результаты оценки точности аппроксимации.  
Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

В результате работы алгоритма для одной детали разрабатывается несколько вариантов маршрутных технологических процессов с различными показателями (критериями эффективности). Выбор варианта, который будет предложен к реализации, осуществляется решением задачи оптимизации.

В условиях, когда оптимальный вариант (функция цели  $Z$ ) должен быть найден в результате анализа нескольких критериев эффективности, т.е. функция цели многокритериальная, используют метод «свертки». Общим недостатком известных методов «свертки» является то, что низкая эффективность одних критериев скрывается за высокой эффективностью других. В результате решение задачи оптимизации не соответствует эффективному варианту. Специалистами ООО «Вебер Инжиниринг» опробован метод, обеспечивающий «свертку» критериев к косинусу угла в многомерном векторном пространстве [8]. Метод обеспечивает поиск оптимальных значений группы критериев, которые соответствуют эффективному варианту маршрутной технологии.

Важное преимущество – возможность постоянно пополнять базы данных, содержащие проверенные практикой операционные технологические процессы и реальное время обработки. В результате, когда наберется достаточное количество информации, можно рассчитывать время изготовления детали без необходимости использовать интерполяцию, а зная только косвенные признаки конструкции детали из листа: периметр резания, толщину и материал листа, количество врезок, количество линий гибки, величину полок и др.

По мере использования методики у предприятия

накапливается собственная база основных технологических решений. Используя эту базу при модернизации существующего или разработке нового производства, можно подобрать несколько проектов для изготовления близкой по назначению продукции. При принятии решения о модернизации производства нужно определить ориентировочный диапазон инвестиций, сроки окупаемости, требуемые производственные площади и другую информацию, основанную на результатах ранее выполненных проектов.

### Опыт разработки концепций и экспертизы инвестиционных проектов при расширении машиностроительных производств

В рамках решения задачи импортозамещения и увеличения объемов производства инжиниринговой компанией ООО «Вебер инжиниринг» в партнерстве с АО «Организация «Агат» в части имитационной экспертизы решений выполнен проект по разработке концепции перспективной конфигурации планируемого производства и произведена оценка необходимых для его реализации инвестиций.

Цифровая модель производства (см. рис. 7) создавалась для управления разработкой проектных решений по целевой конфигурации производства изделий путем их оценки на динамической модели производства для заданных производственной программы и условий производства.

В задачи разработки, укрупненно, входила разработка двух моделей:

- модели текущего производства изделий;
- модели целевого производства (проектная конфи-

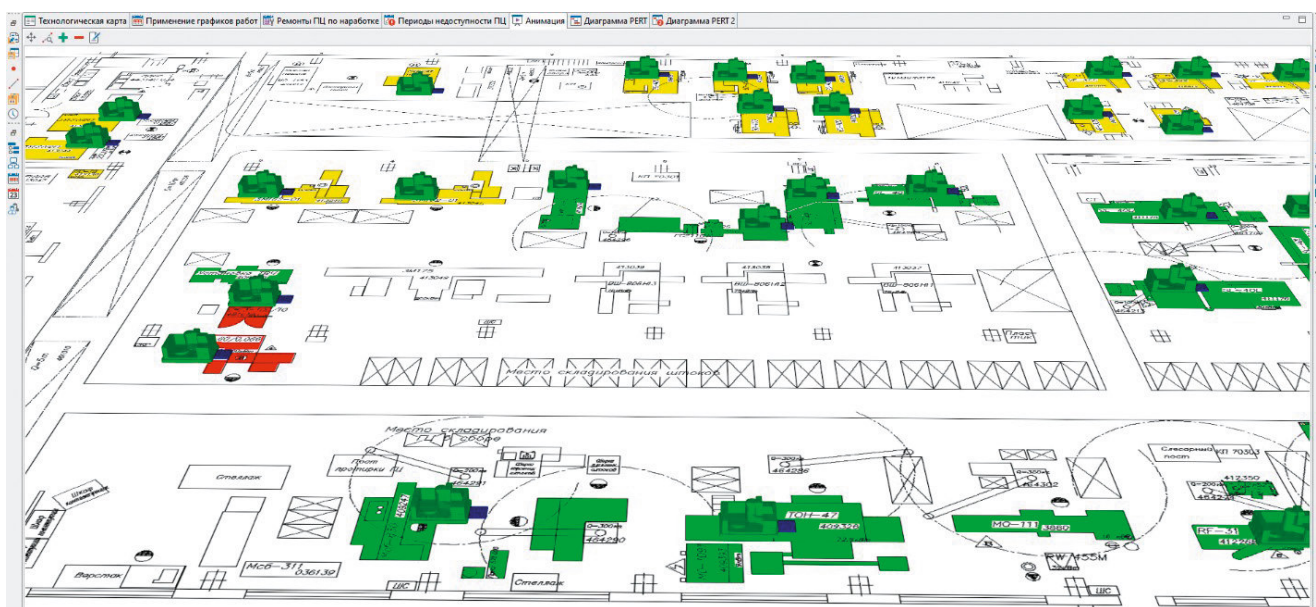


Рис. 7. Цифровая модель одного из вариантов разработанной концепции производства.  
Источник: разработано авторами на основании собственных исследований

гурация) изделий.

Модель текущего производства изделий была предназначена для выполнения следующих процедур:

- отработки вопросов по созданию модели, отвечающей целям проекта (данные, ограничения, допущения др.);
- получения оснований валидности модели проектной конфигурации на основе сравнительной оценки показателей с моделью текущей конфигурации;
- получения оценок эффективности производства в сравнении с текущим его состоянием.

На модели целевого производства (проектная конфигурация) изделий проводилась оценка проектных решений по конфигурации производства и отрабатывались алгоритмы управления производством (в перспективе) при внедрении систем класса APS<sup>3</sup> или MES<sup>4</sup>.

Для разработанной модели текущей конфигурации производства было выполнено исследование производственной системы по следующим параметрам:

- пропускная способность;
- производительность;
- циклы выполнения заказов;
- загрузка производственных центров (оборудования, рабочих мест);
- уровень незавершенного производства.

На модели целевой конфигурации производства выполнялась отработка решений по структуре системы и проверка предлагаемых вариантов по конфигурации производства с контролем по параметрам:

- пропускная способность;
- производительность;
- циклы выполнения заказов;
- определение необходимого количества производственных центров (оборудования, рабочих мест);
- загрузка производственных центров (оборудования, рабочих мест);
- уровень незавершенного производства.

На этапе реализации концепции производства планируется использование разработанных моделей для решения следующих задач:

- моделирование плана перехода от текущей конфигурации к целевой;
- проверка функционирования на этапах внедрения;
- управление и оценка пропускной способности;
- контроль производительности;

- управление и контроль циклов выполнения заказов;
- оценка загрузки производственных центров (оборудования, рабочих мест);
- оценка уровня незавершенного производства.

Полный цикл разработки модели для концепции нового производства размерностью более 150 тысяч детали-операций была выполнена в рекордно сжатые сроки – 2 месяца, включая этапы сбора, верификации и валидации исходных данных, разработки модели, постановки экспериментов и корректировки. Для сравнения, как правило, для подобной задачи только на подготовку исходной информации уходит не менее 3-х месяцев.

### Анализ результатов

Как уже указывалось, эффекта по скорости и качеству разработки модели удалось достигнуть за счет параллельной схемы работ с самого старта проекта. При этом сбор данных, по сути, управлялся процессом создания модели: какие данные в первую очередь, какие данные требуют уточнения, какова детализация сбора данных – эти и другие вопросы решались на основе модели ориентированного подхода, исходя из целей проекта и принятых ограничений модели.

Особо следует отметить согласованную и оперативную работу участников проекта, без которой никакой метод не даст должного результата. Конфигурация производственной системы трансформировалась по несколько раз. При этом каждый раз выполнялся имитационный эксперимент («прогон модели»), после чего по найденным проблемным участкам и компонентам изделий специалистами-технологами разрабатывались новые технологические процессы, производилась соответствующая коррекция модели производства и снова запускался прогон модели. Зачастую каждая такая трансформация конфигурации производственной системы выполнялась в течение одного рабочего дня. Там, где было ясно, что реализация запланированного объема работ затягивается или может затянуться на неопределенное время – менялся подход и находились альтернативные способы решения частных задач.

По результатам выполнения работ проекта остро встала необходимость разработки платформенного решения, позволяющего обеспечить как параллельную организацию работ сразу несколькими инженерами различной специализации над проектами цифровых двойников производств, так и синхронизацию полученных результатов исследований модели производственной системы предприятия.

<sup>3</sup>APS (Advanced Planning & Scheduling) - система планирования производства и оптимизации производственных планов для нескольких производственных подразделений.

<sup>4</sup>MES (Manufacturing Execution System) - система производственного планирования и диспетчеризации процессами производственного подразделения.

**Заключение**

Разработка концепций и экспертиза инвестиционных проектов при расширении машиностроительных производств в последнее время имеют не только особую актуальность и значимость, но и характеризуются специфическими условиями реализации. Зачастую сжатые

сроки вынуждают отказываться от глубокого анализа в пользу быстрых решений. В работе показаны подходы и результаты их апробации, позволяющие существенно сократить сроки обоснованной высококачественной экспертизы решений с применением современных технологий по анализу данных и моделированию систем.

**Список литературы**

1. International Organization for Standardization. ISO 23247 «Digital Twin Framework for Manufacturing». (2021). URL <https://www.iso.org/standard/75066.html>. (дата обращения 10.08.2023 г.).
2. ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014. Интеграция систем управления предприятием. М: Стандартинформ, 2016. 68 с.
3. Кабанов А.А., Федоров И.А. Архитектура системы управления цифровыми двойниками производств как основа интеграции различных моделей их представлений // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2023. №82. С. 162-176.
4. Еремеев А.П. Продукционная модель представления знаний на базе языка таблиц решений. // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1987. – № 2. – С. 196–209.
5. Федоров И.А. Процесс создания автоматизированной системы с использованием аппарата таблиц решений // Труды МАИ. 2012. № 53. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29733> (дата обращения 01.08.2023 г.)
6. Кабанов А.А., Мохов М.Ю., Федоров И.А. Цифровое моделирование и имитирование систем аэрокосмического производства с целью управления операционной эффективностью // Экономика космоса – 2022. – №1 – с. 57-68.
7. Тлибеков А. Х. Методика проектирования нового производства деталей из листа. // Ремонт. Инновации. Технологии. Модернизация/ № 4. 2015. С. 80–82.
8. Тлибеков А.Х. Оптимизация параметров механических систем. Актуальные вопросы современного естествознания. Межрегиональный сборник научных трудов – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т., 2003. С. 101 – 105.

**List of literature**

1. International Organization for Standardization. ISO 23247 Digital twin system for manufacturing. (2021). URL <https://www.iso.org/standard/75066.html>. (accessed 10.08.2023 г.)
2. GOST R IEC 62264-1-2014. Integration of enterprise management systems. M: Standartinform, 2016. 68 p.
3. Kabanov A.A., Fedorov I.A. Architecture of the control system for digital dual production as the basis for managers of various models of their representations // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. 2023. No. 82. pp. 162-176.
4. Eremeev A.P. Production model of knowledge representation based on the language of tabular solutions. // Izv. Academy of Sciences of the USSR. Technical cybernetics, 1987. – No. 2. – P. 196–209.
5. Fedorov I.A. The process of creating an automated system using the apparatus of decision tables // Proceedings of MAI. 2012. No. 53. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29733> (accessed 01.08.2023 г.)
6. Kabanov A.A., Mokhov MY, Fedorov I.A. Digital modeling and simulation of aerospace manufacturing systems to manage operational efficiency // Space economics – 2022. №1 – p. 57-68.
7. Tlibekov A.Kh. The methodology of designing a new production of sheet parts // RHYTHM of machinery – 2015. №4 – p. 80-82.
8. Tlibekov A.Kh. Optimization of parameters of mechanical systems. Current issues of modern natural science. Interregional collection of scientific works – Nalchik: Kab.-Balk. Univ., 2003. pp. 101 – 105.

Рукопись получена: 07.09.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023



# Системный подход к оценке современной роли и места АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» в производственной и космической деятельности Госкорпорации «Роскосмос» (часть I)

*A systematic approach to assessing the contemporary role and place of JSC "Afanasev "NPO «Technomac" in the production and space activities of the State Corporation Roscosmos (part I)*

*Долгосрочное развитие Госкорпорации «Роскосмос» во многом зависит от постоянного совершенствования ее технологического потенциала. Формирование отраслевой системы научно-технологического сопровождения организации современных производств создает условия достижения производственных и экономических результатов деятельности Госкорпорации «Роскосмос». Проблемные вопросы и долгосрочные планы развития Госкорпорации «Роскосмос» по-новому определяют перед АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» осуществление отраслевых миссий. Задача оценки современной роли и места АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» в производственной и космической деятельности Госкорпорации «Роскосмос» является актуальной и рассматривается на основе разрабатываемой Единой экономической модели эффективного управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос».*

*The long-term development of the State Corporation Roscosmos largely depends on the continuous improvement of its technological potential. The formation of a sectoral system of scientific and technological support for the organization of modern production facilities creates the conditions for achieving the production and economic results of the activities of the State Corporation Roscosmos. Problematic issues and long-term plans for the development of the State Corporation Roscosmos in a new way determine the implementation of branch missions for JSC «Afanasev «NPO «Technomac». The task of assessing the contemporary role and place of JSC «Afanasev «NPO «Technomac» in the production and space activities of the State Corporation Roscosmos is relevant and is considered on the basis of the developed Unified Economic Model for Effective Management of the production and space activities of the State Corporation Roscosmos.*

**Ключевые слова:** экономика космоса, технологический потенциал, научно-технологическое сопровождение, государственный космический проект, собственный космический проект, система управления, системный подход.

**Keywords:** space economy, technological potential, scientific and technological support, state space project, own space project, control system, system approach.


**БОДИН НИКОЛАЙ БОРИСОВИЧ**

к.т.н, заместитель директора системно-аналитического центра, АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева»

E-mail: N.Bodin@tmnp.ru

**BODIN NIKOLAY**

Ph.D. in Engineering Sciences, Deputy Director of the System Analysis Centre of JSC «Afanasev "NPO "Technomac"»

**Введение**

Технологическое развитие Госкорпорации «Роскосмос» является важнейшей составляющей достижения ее производственных и экономических результатов, реализации государственной политики в области космической деятельности, формирования благоприятных условий для выполнения заданий Федеральной космической программы и других федеральных целевых программ, государственного оборонного заказа.

Стратегией развития Госкорпорации «Роскосмос» определена ее основная долгосрочная миссия – экспансия человечества в космос в интересах устойчивого развития цивилизации, а текущими целями являются:

- обеспечение стратегической безопасности и независимости России космическими силами и средствами;
- обеспечение повышения качества жизни, инфраструктурного единства страны и цифровой трансформации экономики;
- получение новых знаний о Вселенной и происхождении жизни на Земле, доступ к неограниченным ресурсам космоса.

Участие организаций Госкорпорации «Роскосмос» в реализации государственных и международных космических проектов обеспечивает производственную загрузку, сохраняет и развивает российскую и международную кооперацию, побуждает к постоянному повышению производственных возможностей, освоению новых технологий, применению современных материалов и соблюдению высоких требований к качеству продукции.

Для Госкорпорации «Роскосмос» остаются проблемными вопросы:

- обеспечения роста выручки и прибыли, долгосрочного экономического развития;
- организации современных профильных производств, в том числе серийных;
- расширения выпуска гражданской продукции, поиска новых бизнесов;
- повышения уровня технологического суверенитета;
- развития отраслевой системы цен и системы ценообразования;

- соблюдения сроков поставок по государственному оборонному заказу.

Решение данных вопросов во многом зависит от дальнейшего развития технологического потенциала Госкорпорации «Роскосмос».

Проблемные вопросы и долгосрочные планы развития Госкорпорации «Роскосмос» по-новому определяют перед АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» (далее – НПО «Техномаш») задачи отраслевой деятельности – как активного участника технологического и экономического развития Госкорпорации «Роскосмос». Эти задачи обуславливают необходимость дополнительного рассмотрения следующих вопросов:

- роль и место НПО «Техномаш» в производственной и космической деятельности Госкорпорации «Роскосмос»;
- влияние результатов отраслевых работ НПО «Техномаш» на производственные и экономические результаты Госкорпорации «Роскосмос».

В этой связи, была поставлена цель системно-аналитических исследований: определение перспективных направлений отраслевых работ НПО «Техномаш».

Для поиска ответов был применен организационно-экономический системный подход, в том числе на основе:

- космического проекта К.Э. Циолковского;
- материалов разработки Единой экономической модели эффективного управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос».

### 1. Стратегический взгляд: Космический проект К.Э. Циолковского как основа дальнейшего развития космической деятельности и экономики космоса

В настоящее время все еще сохраняются вопросы:

- какие результаты нужны человеку от деятельности в космосе?;
- какие для этого требуются орудия труда?;
- какие технологии требуются на Земле и в космосе?

Принципиальные ответы на эти вопросы можно найти в опубликованном почти 100 лет назад труде К.Э. Циолковского «Исследование мировых про-

странств реактивными приборами», в котором он изложил всего 16 пунктов долгосрочного плана как сконцентрированный результат своей сорокалетней творческой деятельности [1]. С учетом современного опыта технико-экономического сопровождения космических проектов, эти пункты могут рассматриваться как первый в истории космический проект и вместе образуют структуру последовательных событий укрупненного генерального графика развития будущей хозяйственной деятельности человека в космосе – экономики космоса.

Возможно, что К.Э. Циолковский свой космический проект сам рассматривал как реализуемый, а подтверждением этого стали запланированные им исторические события: создание ракетно-космической промышленности (СССР, 1946 г.); полет человека в космос (Гагарин Ю.А., 1961 г.); выход человека в космос (1965 г., Леонов А.А.); длительный космический полет человека (Поляков В.В., 1995 г.); получение с помощью космической техники новых знаний о Луне и других небесных телах, космосе, Вселенной; создание нового класса техники – космической техники, которые осуществились уже через несколько десятилетий [2].

Как и в любой другой области экономики, основной целью космической деятельности – является удовлетворение потребностей человека.

Тогда каким должен стать следующий шаг в развитии космической деятельности?

Основной целью своего космического проекта К.Э. Циолковский рассматривал – «Счастье человечества во Вселенной», а основные задачи связывал с созданием пилотируемой космической техники, разработкой технологии жизнедеятельности человека, развитием жизни и созданием поселений в космическом пространстве, освоением космических ресурсов и развитием космической индустрии, удовлетворением безграничных потребностей человека.

Космические проекты любой сложности и масштаба могут рассматриваться в качестве составной части космического проекта К.Э. Циолковского, а достигнутые по ним результаты – подтверждением его реализуемости.

За прошедшие 76 лет космонавтика СССР/России, а также мировая космонавтика, развивалась в рамках цели создания нового класса техники – космической техники. Была создана космическая техника различного назначения – социально-экономического, научного, двойного и военного назначения, боевая ракетная техника стратегического назначения. С ее появлением стало возможным развитие военного и мирного космоса. Появление космической техники создало условия развития системного подхода для новой сферы экономической, хозяйственной деятельности человека –

космической деятельности.

Космический проект К.Э. Циолковского остается основным ориентиром долгосрочного развития космической деятельности, поэтому в современных условиях он может рассматриваться как научно обоснованный документ стратегического планирования, которым задан временной масштаб космической деятельности, определена последовательность будущих событий, обоснована новая сфера деятельности человечества – экономика космоса, а его официальная публикация в 1926 году как отправная точка для новой эры человечества – космической эры, и приоритет СССР/России в области космоса.

Динамичное экономическое развитие передовых стран мира во многом стало следствием укрепления их технологического потенциала, в том числе технологического развития космической деятельности и развития новых потребностей человека, расширения производства результатов космической деятельности, космических продуктов и услуг с применением новых поколений космической техники, формирования новых организационно-экономических отношений.

Тогда следующий шаг в развитии космической деятельности, если ориентироваться по плану космического проекта К.Э. Циолковского, должен быть связан с освоением новой среды обитания человека непосредственно в условиях космического пространства, в котором на основе использования орудий труда космического назначения развиваются новые секторы экономики «добыча – обработка – услуги» и технологические уклады космической индустрии, а также организационно-экономические отношения экономики космоса.

Основные выводы:

Исторический переход от цели создания космической техники – как нового класса техники, к следующей цели – производству орудий труда космического назначения для широкого применения в качестве основных производственных фондов в экономике, обуславливает появление новых требований к технологическому развитию космической деятельности, включая использование уже созданных и разработку новых технологий производства и эксплуатации космической техники, организации новых производств, и является актуальной задачей.

## **2. Текущие процессы: Единая экономическая модель эффективного управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос»**

Построение экономической модели деятельности Госкорпорации «Роскосмос» (далее – Корпорация) начинается с учета особенностей государственного разделения труда в области космической деятельности (рис. 1).

В соответствии с действующим законодательством



Рис. 1. Организационная модель государственной системы управления космической деятельностью России.  
 Источник: составлено автором на основе собственных данных

космическая деятельность России может быть укрупненно представлена в виде последовательности двух этапов [3; 4]:

- первый – создание и производство ракетно-космической техники;
- второй – использование ракетно-космической техники и инновационных результатов во всех сферах отечественной экономики для достижения экономического эффекта.

Единая экономическая модель эффективного управления производственной и космической деятельностью Корпорации «Роскосмос» (далее – Единая экономическая модель) разрабатывается с целью научно обоснованных (рис. 2):

- выбора перспективных направлений производственной и космической деятельности Корпорации, новых бизнесов;
- принятия решений по управлению экономическим развитием Корпорации.

В соответствии с действующим законодательством Корпорация организует свою деятельность в лице [4]:

- хозяйствующего субъекта – по реализации видов деятельности;
- государственного заказчика и государственного собственника – по осуществлению полномочий

и функций.

Поэтому, данная модель строится для принятия решений не только на основе требований со стороны государственных интересов или интересов коммерческой деятельности, но и баланса интересов сторон.

Функциональная структура Единой экономической модели учитывает [2] (рис. 3):

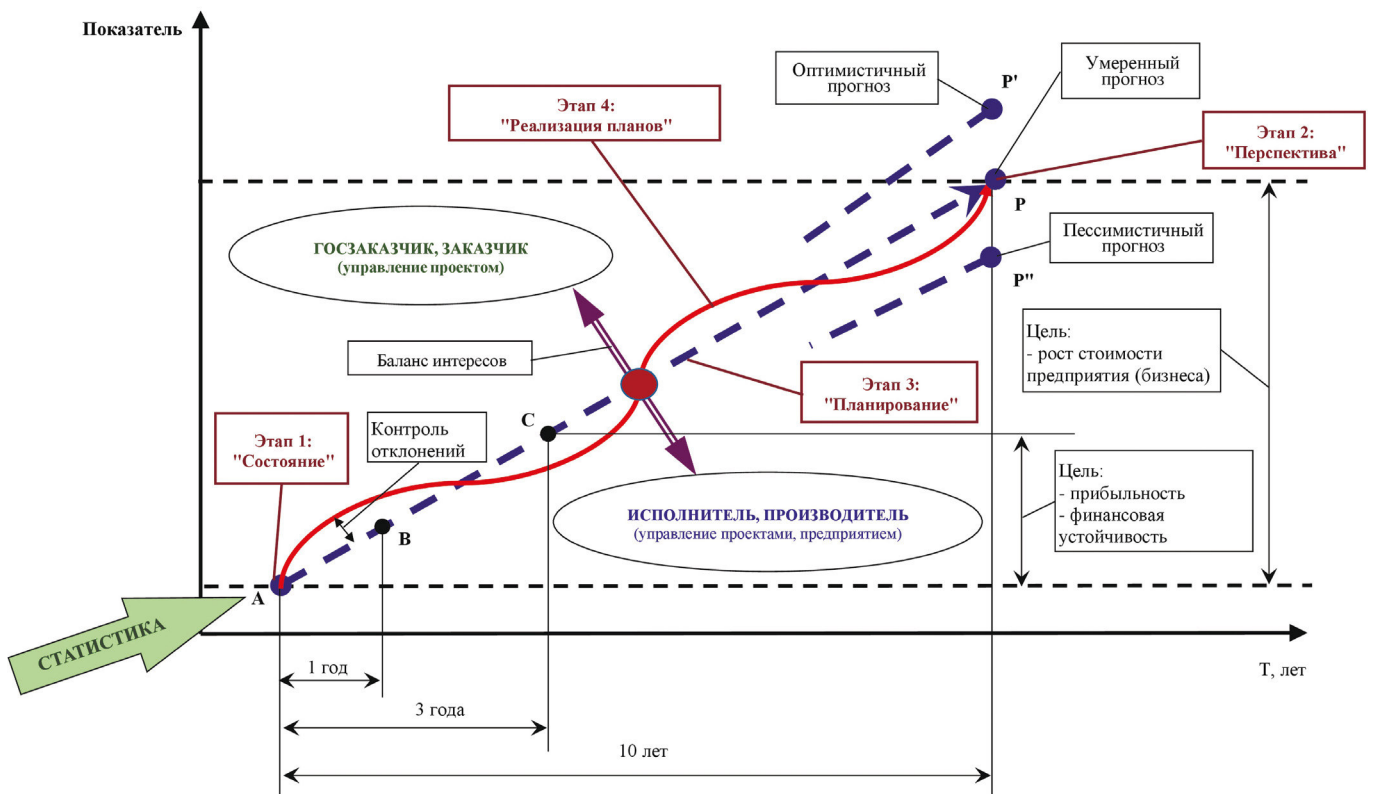
а) деятельность Корпорации в лице:

- государственного заказчика и государственного собственника в целях реализации государственной политики в установленной сфере деятельности, государственных космических проектов;
- хозяйствующего субъекта как исполнителя и производителя, в том числе по собственным космическим проектам, целью деятельности которого является долгосрочное экономическое развитие,

б) осуществление космической деятельности по трем последовательным стадиям, обособленным в зависимости от вида выпускаемой продукции и услуг:

- Стадия 1: «Космическая промышленность»;
- Стадия 2: «Космическая индустрия»;
- Стадия 3: «Оператор космических услуг».

Все три Стадии объединяются в Единую производственную систему Корпорации и формируют сквозной производственный процесс, основной целью которого



**Этапы цикла управления:**

1. «Состояние» (учет – анализ (факт, статистика) – контроль – принятие решений)
2. «Перспектива» (стратегия (целеполагание) – прогноз (варианты) – принятие решений)
3. «Планирование» (программирование – принятие решений)
4. «Реализация планов» (сбор, обработка, накопление фактических данных – принятие решений)

Рис. 2. Единая экономическая модель эффективного управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос».

Источник: составлено автором на основе собственных данных

является удовлетворение потребностей конечных потребителей на Стадии 3.

Производственная и космическая деятельность Корпорации направлена на выпуск трех видов продукции (услуг):

- промышленная продукция и потребительские товары на Стадии 1;
- результаты космической деятельности и пусковые услуги на Стадии 2;
- космические продукты и космические услуги, наземная аппаратура пользователей на Стадии 3.

Производственная деятельность на каждой из трех стадий характеризуется наличием специализированных, основных производственных фондов и производственных процессов, закономерностей развития и механизмов управления процессами самокупаемости и самофинансирования, реализации дивидендной политики, а также позволяет обоснованно подойти к вопросу разработки Единой экономической политики Корпорации, включающей ценовую и промышленную

(производственную) политики.

Функциональная структура Единой экономической модели позволила выявить новые направления отраслевых работ Корпорации, например:

- собственные космические проекты (за счет собственных средств Корпорации и средств потенциальных инвесторов);
- производство собственных орудий труда космического назначения;
- производственная деятельность государственного собственника;
- проекты государственно-частного партнерства;
- проекты по коммерциализации находящихся в государственной собственности технологий и активов;
- зоны инвестиционной привлекательности.

Реализация данных работ требует дальнейшего технологического развития космической деятельности.

Реализация новых направлений отраслевых работ Корпорации во многом зависит от разработки ее рыноч-

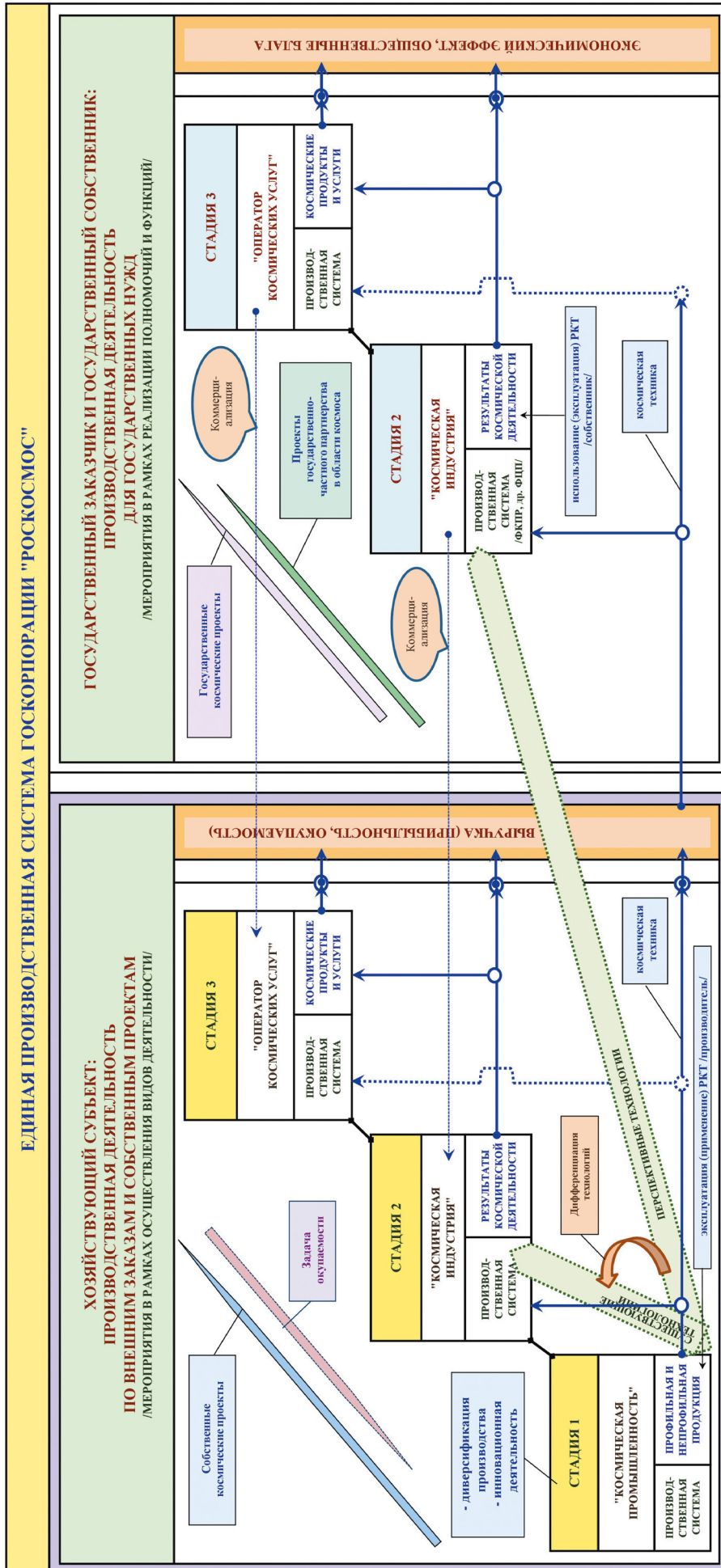


Рис. 3. Функциональная структура Единой экономической модели эффективного управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос».

Источник: составлено автором на основе собственных данных

ной стратегии по расширению присутствия в секторах мирового космического рынка с продукцией и услугами собственного производства в целях получения дополнительных доходов и увеличения прибыли Корпорации.

Отдельного рассмотрения требует Стадия 1 «Космическая промышленность» (рис. 4). Функциональная структура экономической модели управления деятельностью космической промышленности учитывает условия:

- производства профильной и непрофильной продукции (услуг);
- выполнения внешних заказов и реализации собственных проектов.

Реализация данных условий позволяет дифференцированно рассматривать особенности организации производства продукции (услуг) для государственных, коммерческих и потребительских нужд.

Такой подход обладает новизной и позволяет сегментировать по четырем блокам существующие и перспективные промышленные производства. В их составе, на основе сочетания выбранных классификационных при-

знаков и анализа особенностей производственной системы космической промышленности (Стадия 1), можно выделить группу из 11 вариантов условно обособленных производственных подсистем с индивидуальными организационно-экономическими отношениями и характерными особенностями осуществления производственной деятельности [5].

Применение подхода «проектирование под заданную стоимость» может оказать влияние на появление двух групп изделий космической техники с разным набором тактико-технических и технико-экономических характеристик:

- группа 1 – космическая техника для государственных нужд;
- группа 2 – орудия труда космического назначения для нужд собственных космических проектов Корпорации и коммерческих заказчиков на основе принципа «дифференциации технологий».

Это обуславливает постановку задачи организации двух виртуально обособленных профильных производственных систем.

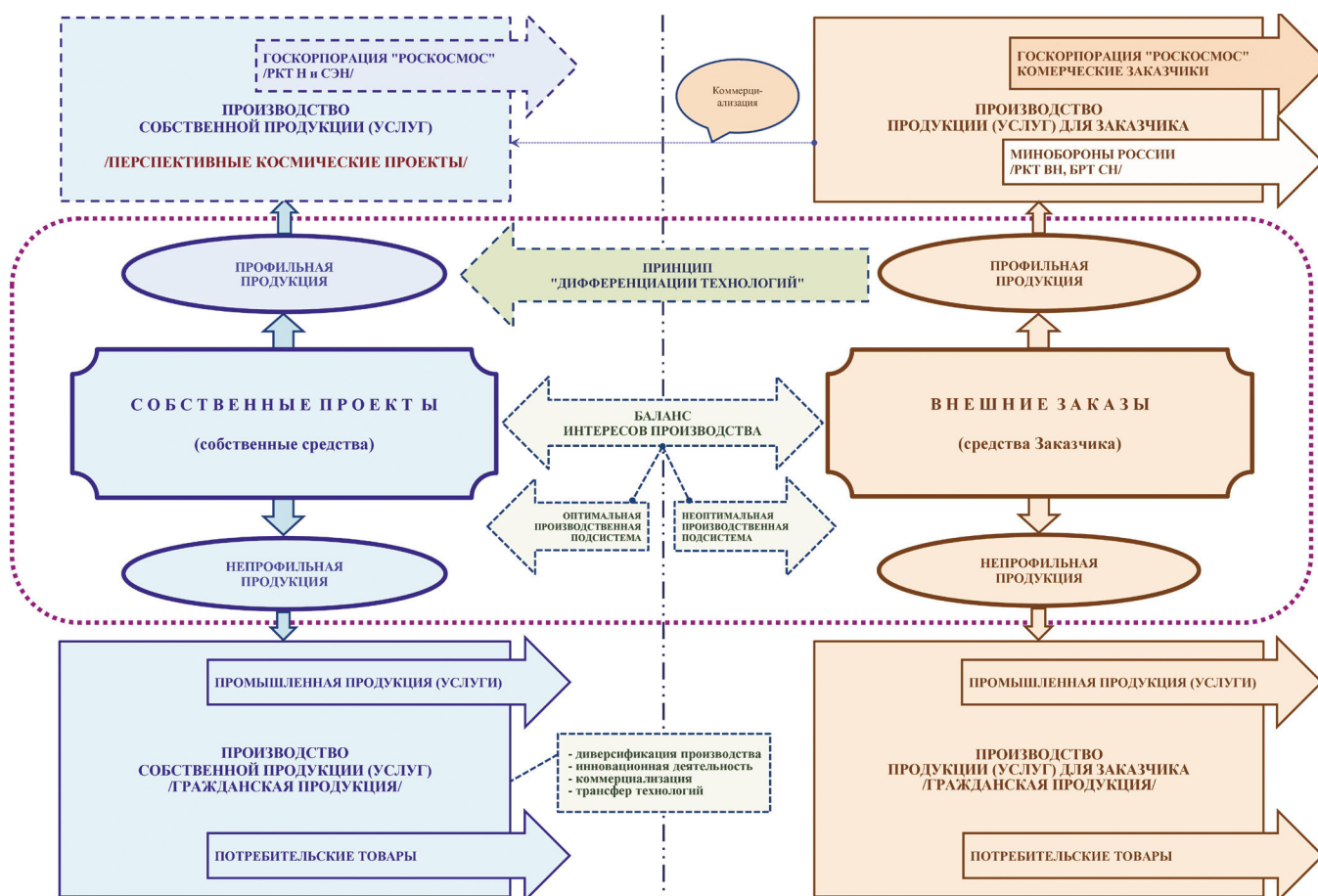


Рис. 4. Функциональная структура экономической модели управления производственной и космической деятельностью космической промышленности (Стадия 1).

Источник: составлено автором на основе собственных данных

К перспективным планам все еще относятся собственные космические проекты Корпорации, так как для задач технологической и экономической реализуемости промышленного производства будущих орудий труда космического назначения требуется уточнение требований к уровню таких показателей как периодичность смены поколений техники, предназначенной для широкого использования в экономике: качество, надежность, технологичность производства, эффективность применения и окупаемость.

Системный подход позволяет выявить зоны оптимального и неоптимального промышленного производства и строить планы их технологического развития с учетом:

- принципа «баланса интересов производства»;
- приоритетов выполнения внешних заказов для государственных нужд;
- поручений Президента Российской Федерации в отношении доли гражданской продукции в общем объеме работ к 2030 году [6].

Разработка отраслевой политики развития современного промышленного производства и новой индустриальной модели Корпорации – является актуальной задачей.

В целях выполнения государственных программ и оборонного заказа в предыдущие периоды были реализованы планы институциональных преобразований, сформирована группа самостоятельных предприятий и созданы специализированные вертикально интегрированные структуры в области ракетно-, двигателе-, приборо- и спутнико-строения, ориентированные на сопровождение этапов создания и производства ракетно-космической техники и техники специального назначения.

Для целей сопровождения деятельности Корпорации по Стадиям Единой производственной системы данная организационная модель должна обладать свойствами «трансформации функции технологического сопровождения» за счет перераспределения на основе ОКВЭД компетенций организаций Корпорации и их адресной группировки в производственных кооперациях по профильным проектам на каждой из трех Стадий Единой производственной системы. Привлечение организаций внешней кооперации осуществляется на контрактной (договорной) основе в установленном порядке. Реализация задачи «трансформации ...» может быть организована на основе применения методов искусственного интеллекта.

Отраслевая система управления космической деятельностью и космической промышленностью создавалась еще в период СССР в целях обеспечения условий создания и производства ракетно-космической техники.

В основе ее создания был заложен отраслевой принцип – «конструкторско-технологическое решение», то есть «конструкция – материалы – технология» [5] (рис. 5).

Требования к функционированию отраслевой системы управления предусматриваются действующими документами по стандартизации и нормативно-правовыми актами и реализуются в установленном порядке. Поэтому, отраслевая система управления до сих пор сохраняет для ее участников подтвержденные многолетней практикой требования к совместной деятельности и по разграничению зон ответственности по научно-технологическому, научно-технологическому и технико-экономическому сопровождению в рамках общей цели.

В рамках отраслевой системы управления проявляется основная роль НПО «Техномаш» – как функциональный элемент системы управления производственной и космической деятельностью Корпорации в части научно-технологического сопровождения – технологического, метрологического, инвестиционного.

Создание современной отраслевой системы управления и ее методологии является актуальной задачей (рис. 6).

Разработка Единой экономической модели и ее функциональной структуры позволяет перейти к определению параметров управления в области «управление проектом» и «управление предприятием» и математическому моделированию деятельности Корпорации по периодам планирования, включая модели технологического развития.

Разработка собственных IT-технологий и элементов цифровой экономики завершает процесс разработки системы управления деятельностью Корпорации.

Основные выводы:

Единая экономическая модель эффективного управления:

- а) соответствует действующему законодательству и целям деятельности Корпорации, является сложной и неоднородной системой, обладает свойствами универсальности и адаптивности к изменению внешних и внутренних условий хозяйствования, вводит новый способ синхронизации деятельности Корпорации в лице хозяйствующего субъекта и государственного заказчика и государственного собственника, развивает экономическую модель управления, заложенную в основу разработки действующей Стратегии развития Госкорпорации «Роскосмос» как хозяйствующего субъекта;
- б) обуславливает необходимость и возможность разработки для Корпорации:
  - единой экономической политики;
  - единой производственной системы;



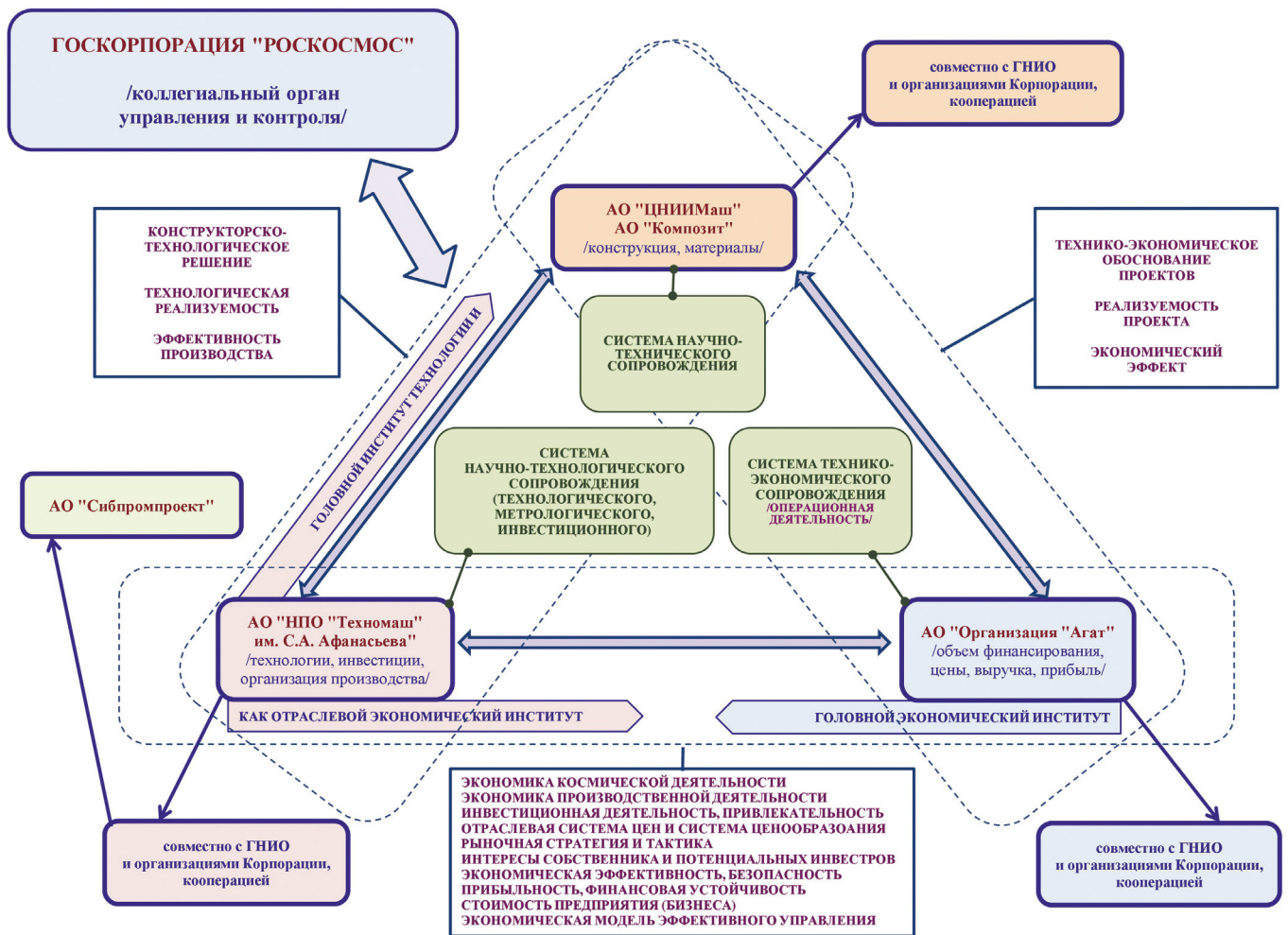


Рис. 5. Принципиальная схема взаимодействия участников системы управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос».

Источник: составлено автором на основе собственных данных

- промышленной (производственной) политики, включая амортизационную политику;
- отраслевой системы цен и системы ценообразования, включающей профильные элементы по стадиям Единой производственной системы;
- отраслевой системы оценки экономической эффективности деятельности Корпорации, включающей профильные элементы по стадиям Единой производственной системы;
- отраслевой системы эффективного управления;
- в) создает основу:
- расширения системно-аналитических исследований и определения перспективных направлений отраслевых работ;
- разработки новой индустриальной модели Корпорации в части организации современного промышленного производства;
- разработки документов стратегического планирования Корпорации в лице хозяйствующего

- субъекта, государственного заказчика и государственного собственника;
- проведения полной группы расчетов по типовым этапам цикла управления и сквозного производственного процесса;
- определения новых направлений отраслевых работ и бизнеса, развитие которых прямо или косвенно зависит от развития технологического потенциала Корпорации;
- выявления проблемных вопросов отраслевого уровня, например – «плановый убыток Корпорации».

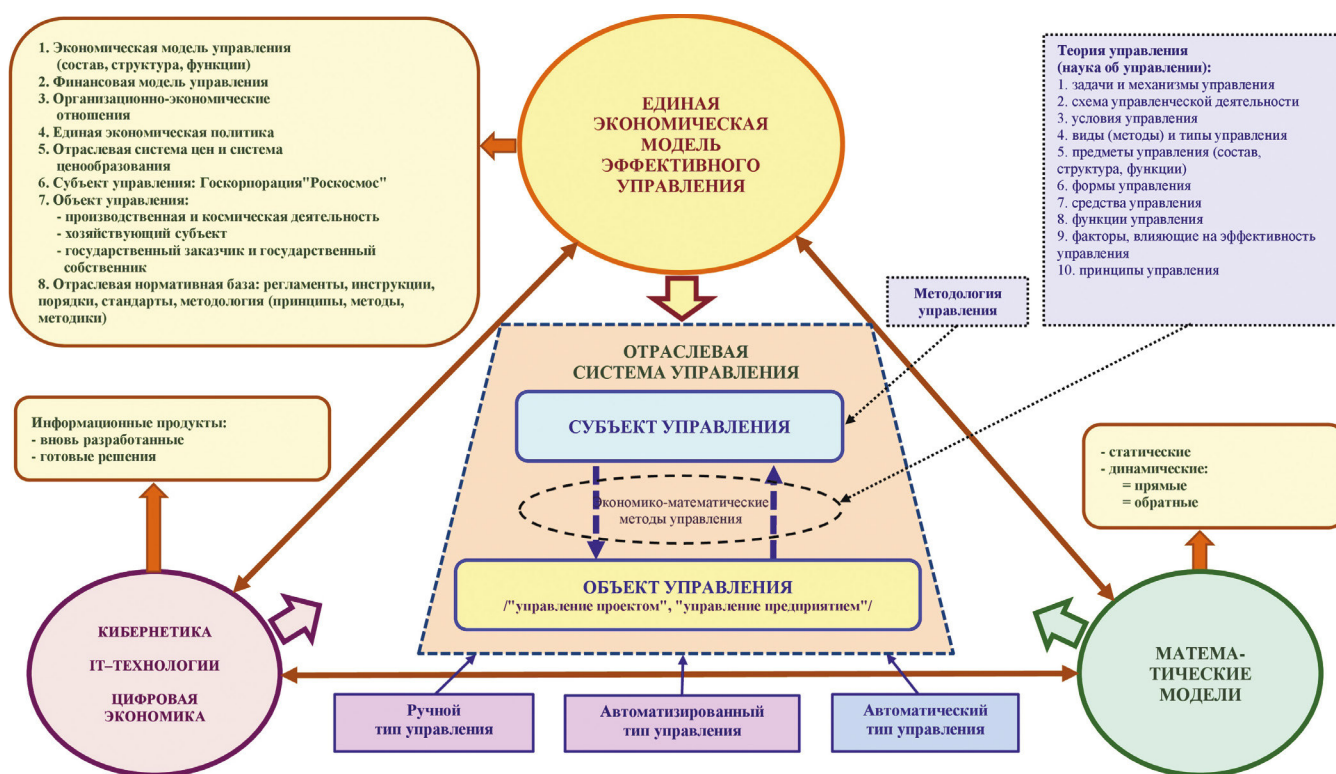


Рис. 6. Методологические основы разработки системы управления производственной и космической деятельностью Госкорпорации «Роскосмос».

Источник: составлено автором на основе собственных данных

### Заключение

Космический проект Циолковского остается ориентиром долгосрочного развития космической деятельности. Как для любого созданного человеком нового класса техники, и для космической техники назрела актуальная задача перехода от цели создания космической техники – как нового класса техники, к следующей цели – производству орудий труда космического назначения, развитию космической индустрии и экономики космоса.

Единая экономическая модель наглядно выделяет основную цель дальнейшего развития космической деятельности – конечное потребление космических продуктов и космических услуг на Стадии 3, обуславливает возможность реализации для этого собственных космических проектов (за счет собственных средств Корпорации и средств потенциальных инвесторов)

и развитие новых бизнесов.

Организационно-экономический системный подход и Единая экономическая модель обладают новизной и практической значимостью для анализа состояния, прогнозирования, планирования и реализации экономического развития Госкорпорации «Роскосмос».

В Части 2 настоящей статьи на основе Единой экономической модели будут системно рассмотрены актуальные задачи:

- научно-технологического сопровождения производственной и космической деятельности Госкорпорации «Роскосмос»;
- оценки современной роли и места АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» в производственной и космической деятельности Госкорпорации «Роскосмос».

Продолжение следует.

### Список литературы

1. Циолковский К. «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (переиздание работ 1903 и 1911 г. с некоторыми изменениями и дополнениями). – Калуга, Гублит № 1142, 1926. – 127 с.

2. Бодин Н.Б. Экономика космоса: единая экономическая модель эффективного управления и задача научно-технологического сопровождения деятельности Госкорпорации «Роскосмос» (часть I) //Вестник НПО Техномаш.-2022.-№2.-С.23-42.
3. О космической деятельности: Федеральный закон от 20 августа 1993 № 5663-1; утвержден Президентом Российской Федерации.
4. О Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос»: Федеральный закон от 13 июля 2015 № 215-ФЗ (с изменениями и дополнениями); принят Государственной Думой 1 июля 2015 года; одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года.
5. Бодин Н.Б. Экономика космоса: единая экономическая модель эффективного управления и задача научно-технологического сопровождения деятельности Госкорпорации «Роскосмос» (часть II) //Вестник НПО Техномаш.-2022.-№3.-С.63-81.
6. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 01.12.2016
7. Государственное предприятие «Научно-производственное предприятие объединение «Техномаш» 60 лет/ Под ред. В.В. Булавкина, Е.А. Гончарова.- М.,1998.-352с.

#### List of literature

1. Tsiolkovsky K. «Investigation of Outer Space by Jet Devices» (reprint of the works of 1903 and 1911 as amended and supplemented). – Kaluga, Gublit No. 1142, pp. 1926. – 127.
2. Bodin N.B. Space economy: a unified economic model of effective management and the task for scientific and technological support of State Space Corporation Roscosmos activities (part I) //Bulletin of SPA Tekhnomash.-2022.-№2.-pp.23-42.
3. On space activities: Federal Law dated August 20, 1993 No. 5663-1; approved by the President of the Russian Federation.
4. On the State Space Corporation Roscosmos: Federal Law No. 215-FZ dated July 13, 2015 (as amended and supplemented); adopted by the State Duma on July 1, 2015; approved by the Federation Council on July 8, 2015.
5. Bodin N.B. Space economy: a unified economic model of effective management and the task for scientific and technological support of State Space Corporation Roscosmos activities (part II) //Bulletin of SPA Tekhnomash.-2022.-№3.-pp.63-81.
6. Address of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly of the Russian Federation dated 01.12.2016.
7. State Enterprise «Scientific-Production Association Tekhnomash 60 years / Edited by V.V. Bulavkina, E.A. Goncharova.- М., p. 1998.- 352.

Рукопись получена: 15.08.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023

## Автоматизация сбора данных о финансово-хозяйственной деятельности предприятий отрасли

### *Automation of data collection on financial and economic activities of industrial enterprises*

Формирование и представление оперативной и достоверной информации является базовым приоритетом решения задач по обеспечению эффективного информационного взаимодействия внешних и внутренних потребителей отраслевых данных и реализации аналитического потенциала существующих и перспективных автоматизированных систем. В настоящей статье рассматриваются ключевые предпосылки, основные этапы формирования и состав автоматизированной информационной системы, предназначенной для обеспечения централизованного сбора и обработки актуальных данных, характеризующих финансово-хозяйственную деятельность организаций ракетно-космической отрасли. Внедрение системы призвано обеспечить сокращение временных и финансовых издержек на подготовку и анализ количественных и качественных данных, повысить оперативность и ритмичность представления данных управленческой отчетности организаций Госкорпорации «Роскосмос».

The formation and presentation of operational and reliable information is the basic priority of solving the tasks of ensuring effective information interaction between external and internal consumers of industry data and the realization of the analytical potential of existing and prospective automated systems. This article discusses the key prerequisites and main stages of the formation and composition of an automated information system designed to provide centralized collection and processing of up-to-date data characterizing the financial and economic activities of organizations in the rocket and space industry. The implementation of the system is designed to reduce the time and financial costs for the preparation and analysis of quantitative and qualitative data, to increase the efficiency and rhythm of the presentation of management reporting data of Roscosmos State Corporation organizations.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, финансово-хозяйственная деятельность, управление данными, информационное обеспечение.

**Keywords:** automated system, financial and economic activities, data management, information support.



#### ИСАКОВ ИГОРЬ СЕРГЕЕВИЧ

Начальник Управления цифровой трансформации, АО «Организация «Агат»

E-mail: IsakovIS@agat-roskosmos.ru

#### ISAKOV IGOR

Head of the digital transformation department department, JSC "Organization "Agat"

**ЖАМКОВА ВАЛЕРИЯ СЕРГЕЕВНА**

Начальник Управления экономики РКП,  
АО «Организация «Агат»

*E-mail: ZhamkovaVS@agat-roscosmos.ru*

**ZHAMKOVA VALERIYA**

Head of the economics department of the RSI, JSC "Organization "Agat"

**ФОМИЧЕВ АНДРЕЙ МИХАЙЛОВИЧ**

Главный эксперт отдела внедрения 1С  
решений, АО «Организация «Агат»

*E-mail: FomichevAM@agat-roscosmos.ru*

**FOMICHEV ANDREY**

Chief expert of 1C solutions implementation department, JSC "Organization "Agat"

**Введение**

Одним из условий достижения целей деятельности Госкорпорации «Роскосмос», определенных Федеральным законом от 13 июля 2015 г. № 215-ФЗ «О государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос», является обеспечение процессов генерации, потребления, обработки и контроля обращения информации о финансово-экономическом состоянии организаций ракетно-космической отрасли (РКО). Совершенствование процессов управления в области космической деятельности, развития кадрового и научного потенциала организаций РКО, разработки и производства конкурентоспособной ракетно-космической техники не представляется возможным без повышения эффективности информационного взаимодействия и управления данными.

В процессах отраслевого информационного обмена сведениями о финансово-хозяйственной деятельности организаций отмечается ряд факторов, препятствующих эффективному распределению информационных потоков среди потребителей данных, а именно:

- отсутствие централизованной системы сбора данных;
- сбор данных в различных электронных и бумажных форматах;
- высокая доля «закрытой» информации, как следствие, необходимость сопоставления данных различных уровней с целью последующего анализа, консолидации, хранения и агрегирования;
- многообразие требований, предъявляемых к формату идентичной по содержанию информации, запрашиваемой от различных внешних потребителей данных (различные ФОИВ, в т. ч. Росстат, иные ведомства);
- разобщенность информационных потоков о наличии или отсутствии сведений, методологии формирования показателей, правилах агрегации

и консолидации;

- отсутствие системного подхода к организации процессов подготовки и предоставления информации;
- разрозненность информационных потоков;
- несогласованность правил подготовки отчетности между респондентами и потребителями информации;
- децентрализованность процессов предоставления и обработки информации и, как следствие, наличие неустраиваемой и неактуальной информации.

Данные факторы следует отнести к условиям, обосновывающим необходимость создания единой отраслевой информационной системы для автоматизации процессов формирования, сбора, хранения и обработки информации с использованием современных технологических средств и программного обеспечения во взаимодействии с инструментами организационно-методологической поддержки, регламентирующими порядок информационного обмена.

**Основные этапы формирования и состав автоматизированной информационной системы сбора и обработки данных**

Информационная система для автоматизации процессов сбора данных в отрасли должна рассматриваться как совокупность организационных, методологических, правовых мероприятий и информационных решений, обеспечивающих непрерывную автоматизацию процессов статистического производства и позволяющих максимально снизить отчетную нагрузку на респондентов, сделать процесс сбора данных «незаметным» и необременительным, а процесс распространения статистики – удобным для всех категорий потребителей и удовлетворяющим растущий спрос на информацию.

В составе такой системы целесообразно учесть:

- средства правового и организационного обеспечения, представляющие собой совокупность правовых актов, регламентирующих процессы сбора, хранения, обработки поступающих сведений, распространения статистических данных и информации;
- средства методологического и методического обеспечения, представляющие собой совокупность методов, методик и алгоритмов сбора, хранения, обработки статистических данных и распространения статистической информации;
- автоматизированный инструментарий, обеспечивающий формирование и использование единого информационного пространства статистического учета в рамках системы управления данными.

В рамках обеспечения процессов сбора информации в качестве организационно-методологического инструментария для регламентированного обмена данными применяется альбом форм отчетности, содержащий порядок, унифицированные шаблоны форм отчетности и методические указания по их заполнению.

Периодическая актуализация альбома форм отчетности обусловлена необходимостью оптимизации состава и структуры данных под текущие и перспективные задачи пользователей системы и потребителей информации, проводится с целью исключения дублирования показателей в формах отчетности во избежание сбора неустребованной и неактуальной информации, совершенствования порядка информационного обмена. Своевременная актуализация и эффективное применение альбома форм отчетности во многом позволяет обеспечить своевременность, оперативность и качество принятия управленческих решений [1].

Для обеспечения автоматизации процессов подготовки, сбора, обработки, хранения и предоставления данных с применением централизованной технологии на базе единой методологии, унифицированной нормативно-справочной информации и единого реестра объектов статистического и ведомственного наблюдения, необходимо соблюдение следующих принципов:

- связанность, сопоставимость, однозначная интерпретируемость сведений; прозрачность процессов планирования, сбора и обработки данных; непротиворечивость и объективность производимых данных;
- актуальность и своевременность предоставления данных; достоверность и высокий аналитический потенциал данных; гибкость доступа к данным для различных категорий пользователей; формирование предпосылок для эффективного сотрудничества участников системы в сфере работы с данными;

- возможность использования альтернативных источников данных.

Для целей формирования данной системы проведен анализ состава и структуры, государственной статистической, финансовой (бухгалтерской) и ведомственной отчетности организаций РКО на предмет соответствия следующим основным критериям, предъявляемым к отраслевой отчетности: полнота, своевременность, достоверность, однозначная интерпретируемость, сопоставимость, согласованность, научная обоснованность.

Под полнотой понимается соответствие представленной отчетности указаниям по заполнению, а также обеспечение заполняемости всех необходимых полей формы.

Своевременность представления отчетности предполагает предоставление в соответствии со сроками, установленными в альбоме форм отчетности.

Достоверность отчетности характеризуется величиной отклонения истинных значений показателей от показателей, представленных в отчетности, отсутствием умышленного и неумышленного искажения представляемой информации, отсутствием ошибок.

Однозначность интерпретации отчетности – возможность однозначного понимания, восприятия, трактования, использования и анализа отчетности.

Под сопоставимостью отчетности понимается возможность проведения сравнений показателей форм отчетности относящихся к различным временным периодам.

Согласованность отчетности – возможность сочетания (объединения) показателей, полученных из разных форм отчетности, различными способами, и совместного их анализа для различных целей с высоким уровнем надежности.

Научная обоснованность – формирование отчетности в соответствии с официальной статистической и ведомственной методологией – в соответствии с указаниями по заполнению форм отчетности.

Актуализация перечня ключевых показателей отчетности необходима для дальнейшего проведения комплексного анализа состояния и динамики развития организаций Госкорпорации «Роскосмос», межотраслевой оценки ключевых показателей эффективности, обеспечения функций отраслевого статистического и управленческого учета, формирования ответов на запросы различных ФОИБ по организациям РКО и отрасли в целом.

Необходимость проведения актуализации перечня показателей государственной статистической и ведомственной отчетности организаций РКО обусловлена следующими факторами:

- высокой динамичностью и многовариантностью периодических информационно-аналитических задач, требующих актуализации перечня источников, запрашиваемой информации;
- выявлением потребности в формировании и сборе новых показателей для решения оперативных задач;
- необходимостью обеспечения уникальности показателей, включенных в перечень и его непрерывной актуализации;
- потерей актуальности для потребителей показателей, форм и отчетов.

Непосредственными целями создания системы является обеспечение перехода к новой структурной и функциональной модели производства и распространения данных, реализующей принципы единого информационного пространства, принципиально нового качества данных, прослеживаемости и взаимосвязи понятий и объектов статистического учета, однократного предоставления первичных сведений и их многократного повторного использования, интеграции этой новой модели в цифровую отраслевую экономику [2].

Реализация указанной модели производства и распространения данных обеспечивает решение следующих задач:

- увеличение востребованности статистической информации;
- существенное снижение отчетной нагрузки на респондентов за счет применения цифровых технологий сбора данных, а также исключения избыточных и дублирующих информационных запросов;
- существенное расширение возможностей одновременного применения для анализа данных различных источников (различных показателей, форм отчетности, альтернативных источников данных);
- формирование и использование аналитических показателей с использованием всей доступной базы первичных статистических данных (с учетом ограничений доступа и требуемой деперсонализации);
- снижение объема расходования средств на осуществление статистического и управленческого учета;
- повышение качества принимаемых управленческих решений за счет формирования аналитической информации на основе первичных статистических данных;
- углубление уровня детализации и увеличение объема предоставляемой пользователям статистической информации [3; 4; 5].

Для эффективного функционирования системы необходимо обеспечить высококачественный процесс стра-

тегического планирования отраслевых статистических работ, обеспечить интеграцию данных, реформирование практики их сбора, обработки и предоставления, создать унифицированную методологическую базу и понятийный аппарат, а также соответствующую нормативную правовую базу [6; 7].

#### **Использование автоматизированной информационной системы сбора и обработки данных**

Отраслевая автоматизированная информационная система предназначена для автоматизации процессов сбора, хранения и анализа показателей деятельности организаций и представляет собой систему интеллектуального бизнес-анализа (Business Intelligence)<sup>1</sup>, включая программный инструментарий, обеспечивающий решение следующих задач:

- сбор и консолидация данных с иерархической организационной структурой в единое хранилище данных;
- загрузка данных в хранилище из внешних информационных систем и внешних файлов;
- систематизация и хранение данных в виде массивов показателей с набором аналитических признаков (атрибутов);
- конструирование форм представления данных;
- вычисления на основе алгоритмов агрегирования и формул расчета;
- анализ данных;
- визуализация на аналитических панелях (таблицы, графики, информационные карты);
- подготовка и выпуск регламентированной отчетности;
- выгрузка данных во внешние файлы и информационные системы.

Ввод данных в систему осуществляется посредством: простого ручного ввода, копирования, загрузки или автоматической интеграции из другой системы через коннектор. Структурирование входных данных проводится с помощью настраиваемых справочников, настройка отчетов, форм, реестров, дашбордов осуществляется с помощью конструкторов, которые обеспечивают:

- построение форм и отчетов произвольной структуры, вложенные заголовки;
- параметризованные формы и отчеты;
- предварительный просмотр результатов конструирования.

<sup>1</sup> *Business Intelligence (англ. бизнес-аналитика) - методы и инструменты, обеспечивающие перевод информации в доступную форму.*

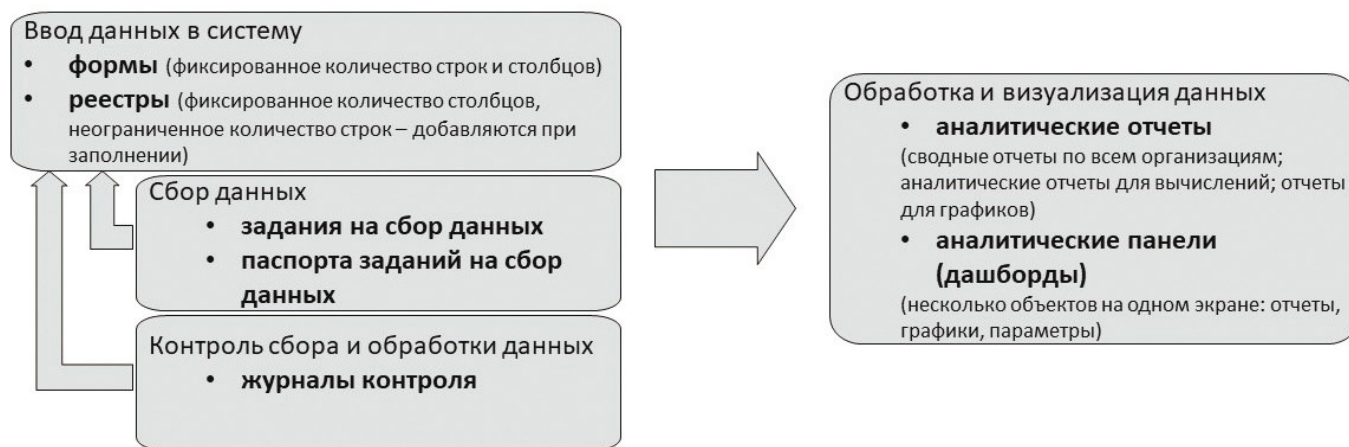


Рис. 1. Основные объекты информационной системы сбора и обработки данных о финансово-хозяйственной деятельности предприятий.

Источник: составлено авторами на основе собственных данных

Автоматизированная информационная система обработки данных должна обладать функционалом по созданию сложных иерархических структур, оперировать агрегируемыми и вычисляемыми показателями [8; 9].

В рассматриваемой автоматизированной информационной системе сбора и обработки данных вычисляемые показатели рассчитываются на основе первичных данных с помощью заданных формул. Значения показателя автоматически агрегируются по аналитическим признакам согласно алгоритмам агрегации, заданным в карточке показателя в информационной системе. В форме или отчете агрегированные значения отмечаются как вычисленные. Агрегация может быть настроена по древовидному справочнику и периоду, согласно заданной функции: сумма, среднее значение, максимум, последнее по периоду и др.

Для каждого пользователя системы (сотрудника организации, которая представляет отчетность в адрес того или иного потребителя) определена ролевая модель и предоставлены права доступа к соответствующим

функциям и объектам системы. Также каждый пользователь системы имеет жесткую привязку к домену (уровню организационной иерархии), определяющему область видимости данных по конкретной организации, к которой он относится и по которой представляются отчетные данные.

Функционал системы позволяет выполнять следующие операции по подготовке отчетности о финансово-хозяйственной деятельности предприятий:

- контроль своевременности предоставления и обработки данных и информации;
- централизованное хранение, управление и аналитическая обработка данных из форм отчетности;
- оперативный доступ к данным всех групп пользователей в соответствии с уровнем доступа;
- пространственно-временная визуализация информации по макетам, разработанным для различных групп пользователей;
- централизованное хранение методологий анализа состояния объектов РКО и развития РКО в целом.

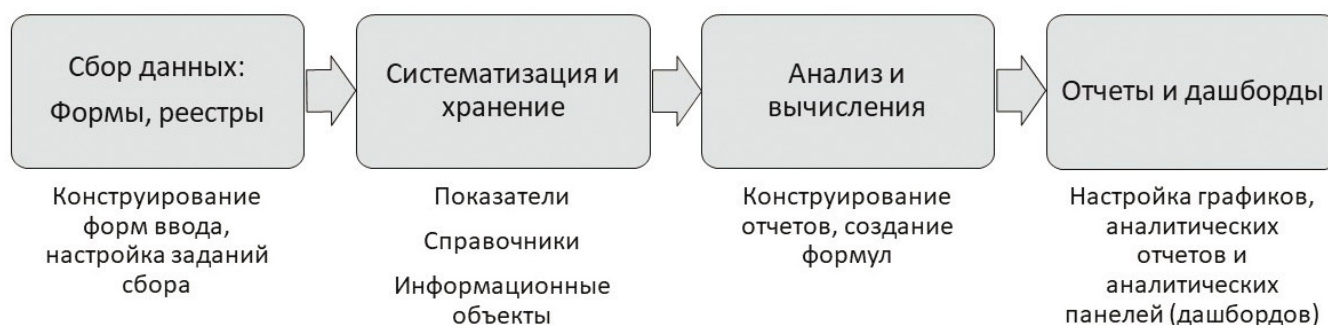


Рис. 2. Описание основных функциональных возможностей автоматизированной информационной системы сбора и обработки данных о финансово-хозяйственной деятельности предприятий.

Источник: составлено авторами на основе собственных данных



В реализованных настройках конфигурации системы все объекты (формы ввода данных, реестры, отчетные формы) сгруппированы по блокам, соответствующим тематическому направлению работ того или иного потребителя.

Использование информационной системы сбора и обработки данных автоматизирует управление ракетно-космической отраслью в части информационного взаимодействия между организациями Госкорпорации «Роскосмос» и Госкорпорацией «Роскосмос».

За счет гибкой сетевой модели организации данных система обеспечивает возможность многомерного анализа и агрегации показателей, обеспечивающих качественное и оперативное выполнение оценок финансово-экономического состояния организаций Госкорпорации «Роскосмос», является эффективным инструментом в проведении системных исследований экономических проблем, связанных с особенностями развития, разработки и производства ракетно-космической техники, формирования моделей состояния объектов ракетно-космической промышленности.

#### Заключение

Формирование и внедрение отраслевой автоматизированной информационной системы сбора данных для ракетно-космической отрасли способствовало обеспечению централизации процессов сбора, верификации, консолидации, хранения и представления актуальных, полных и достоверных сведений различным потребителям. Одним из основных результатов, отражающих эффективность данного инструмента, является снижение трудоемкости и затрат (временных и финансовых) на подготовку и анализ отчетности, а также повышение оперативности формирования и представления внутренней управленческой и исходящей статистической отчетности.

#### Список литературы

1. Бикаленко М.С. Динамика систем управления компаниями в цифровой экономике: тенденции и перспективы: дис. ... канд. эк. наук: защищена 22.12.2022 / М.С. Бикаленко. - Москва, 2023 - 42 с.
2. Кравцова Н.А. Автоматизация процессов сбора и хранения данных при проведении административного мониторинга: дис. ... канд. тех. наук: защищена 29.05.2012 / Н.А. Кравцова. - Орёл: ЭКБСОН, 2012 - 164 с.
3. Федеральная служба государственной статистики. Система сбора отчетности. URL: <https://websbor.gks.ru/> (дата обращения 18.08.2023).
4. Концепция создания цифровой аналитической платформы предоставления статистических данных (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2019 г. № 3074-р).
5. Концепция создания и функционирования национальной системы управления данными (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 июня 2019 г. № 1189-р).
6. Андерсон К. Аналитическая культура. От сбора данных до бизнес-результатов. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. - 336 с.
7. Киркач Ю.Н. Развитие методического инструментария формирования интегрированной отчетности: дис. ... канд. эк. наук, 2022.
8. Кротовских А.Е. Управление цифровой трансформацией промышленного предприятия: дис. ... канд. эк. наук, 2022.
9. Пешкова А.А. Разработка методического инструментария экономической оценки потенциала цифровых решений на промышленном предприятии: дис. ... канд. эк. наук, 2021.

#### List of literature

1. Dynamics of company management systems in the digital economy: trends and prospects: dis. ... candidate of economic sciences: defended 22.12.2022 / M.S. Bikalenko. - Moscow, 2023 - 42 p.

2. The Automation of the Processes of Data Aggregation and Storage during Administrative Monitoring: the candidate of technical science thesis, defended 29.05.2012/ N.A. Kravczova. - Oryol: E'KBSON, 2012 - 164 p.
3. The Federal Service of the State Statistics. The System of Reports Aggregation. URL: <https://websbor.gks.ru/> (accessed 18.08.2023).
4. The concept of creating a digital analytical platform for providing statistical data (approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 3074-r dated December 17, 2019).
5. The concept of creating and operating a national data management system (approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1189-r dated June 3, 2019).
6. Analytical Culture. From Data Aggregation to Business Results. - Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2017. - 336 p.
7. Kirkach Yu.N. Development of methodological tools for the formation of integrated reporting: dis. ... candidate of economic sciences, 2022.
8. Krotovskikh A.E. Management of digital transformation of an industrial enterprise: dis. ... candidate of economic sciences, 2022.
9. Peshkova A.A. Development of methodological tools for the economic assessment of the potential of digital solutions on industrial enterprise: dis. ... candidate of economic sciences, 2021.

Рукопись получена: 30.08.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023

# О критериях оценки эффективности деятельности научных организаций ракетно-космической промышленности

## *On the criteria for evaluating the effectiveness of scientific organizations of the rocket and space industry*

В настоящее время для оценки научной деятельности головных научно-исследовательских институтов ракетно-космической промышленности (далее – РКП), входящих в периметр деятельности Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» (Госкорпорация «Роскосмос»), используется Методика оценки результативности деятельности научных организаций Госкорпорации «Роскосмос», выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения (далее – НИОК и ТР) [1], основу которой составляют методические подходы, заложенные постановлением Правительства Российской Федерации от 08.04.2009 № 312 «Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» [2] и получившие свое дальнейшее развитие в типовой методике, утвержденной приказом Минобрнауки России от 05.03.2014 № 161 «Об утверждении типового положения о комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, и типовой методики оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» [3].

Поскольку основной целью проводимой оценки является задача формирования эффективной системы научных организаций, способствующей повышению социально-экономического благосостояния страны,

Currently, to assess the scientific activities of the main research institutes of the rocket and space industry, which are part of the perimeter of the activities of the State Corporation for Space Activities “Roscosmos” (State Corporation “Roscosmos”), the Methodology for evaluating the performance of scientific organizations of the State Corporation “Roscosmos”, performing research, development and technological work of civil appointments (next – R&D and TR) [1], which is based on methodological approaches laid down by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 312 dated 08.04.2009 “On the assessment and monitoring of the effectiveness of scientific organizations performing research, development and technological work for civil purposes” [2] and further developed in the standard methodology, approved by the Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 05.03.2014 No. 161 “On approval of the Model Regulations on the Commission for evaluating the performance of Scientific Organizations, performing research, development and technological work for civil purposes, and a standard methodology for evaluating the effectiveness of scientific organizations performing research, development and technological work for civil purposes” [3].

Since the main purpose of the assessment is the task of forming an effective system of scientific organizations that contribute to improving the socio-economic well-being of the country, the prestige and popularization of scientific knowledge in modern Russian society, as well as improving the quality of management decisions in the scientific field, the question of relevance of the evaluation criteria and indicators used to measure the effectiveness of the activities of the main research institutes of the rocket and space industry and the sufficiency of the proposed approaches to

престижа и популяризации научных знаний в современном российском обществе, а также совершенствованию качества принимаемых управленческих решений в научной сфере деятельности, то представляет определённый интерес вопрос релевантности используемых критериев и показателей оценки для измерения эффективности деятельности головных научно-исследовательских институтов ракетно-космической промышленности и достаточности предлагаемых подходов к оценке в космической отрасли.

evaluation in the space industry is of particular interest.

**Ключевые слова:** результативность, научная деятельность, показатели оценки, научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения.

**Keywords:** effectiveness, scientific activity, evaluation indicators, research, development and technological work for civil purposes.



**ЦЫБУЛЕВСКИЙ  
СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ**

Заместитель начальника Управления, начальник отдела инновационного развития и разработки перспективных методов организации управления РКП Управления корпоративного обеспечения и коммуникаций, АО «Организация «Агат»

E-mail: [TsybulevskySE@agat-roscosmos.ru](mailto:TsybulevskySE@agat-roscosmos.ru)

**TSYBULEVSKY  
SERGEY**

Deputy Head of the Department, Head of the Department of Innovative Development and Development of promising management methods of the RCP Management of Corporate Support and Communications of JSC “Organization “Agat”



**САПОЖНИКОВА  
ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА**

Главный эксперт отдела корпоративного Управления и имущественных вопросов, АО «Организация «Агат»

E-mail: [SapozhnikovaOA@agat-roscosmos.ru](mailto:SapozhnikovaOA@agat-roscosmos.ru)

**SAPOZHNIKOVA  
OLGA**

Chief Expert of the Corporate Governance and Property Issues Department of Agat Organization JSC

**Введение**

В настоящее время отечественная практика широко использует апробированные международным научным сообществом наукометрические подходы к оценке результативности проводимых исследовательских работ. Преимущественно применяются следующие параметры оценки эффективности научной деятельности: инновационные (результативность и востребованность научных исследований), кадровые (развитие кадрового потенциала), библиометрические (интеграция в мировое научное пространство, распространение научных знаний и повышение престижа науки), финансовые (ресурсное обеспечение деятельности научной организации) [4].

Несмотря на достаточно хорошее освещение в экспертной среде темы оценки результатов научной деятельности, в среде научных работников продолжается многолетняя дискуссия о неоднозначности применяемых принципов и подходов к проведению оценки результативности научных организаций, выполняющих НИОК и ТР гражданского назначения, изложенных в базовом нормативном акте – постановлении Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. № 312 «Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения».

Консолидированная позиция научного сообщества с критикой используемых подходов была отражена в обращении Совета Общества научных работников от 28 апреля 2014 г. в адрес Председателя Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева «Об оценке эффективности научных организаций» [5].

Ключевая критика сводилась к следующим аргументам:

1. Целесообразно рассматривать в качестве основного объекта оценки не саму научную организацию целиком, а отдельное подразделение (научную лабораторию, научную группу и т.п.). Анализ результативности на уровне научной организации приводит к некорректным выводам, поскольку в настоящее время достаточно большое число указанных организаций имеют уникальную специализацию в основе которой лежат междисциплинарные научные исследования.

В то же время проведение научных исследований по наиболее востребованным темам может давать определенное преимущество тем подразделениям, которые участвуют в данных проектах, где соответственно цитирований больше.

Таким образом, можно предположить, что объектом оценки должна стать не научная организация и даже не отдельное научное подразделение, а само направление научных исследований [6].

2. Библиометрические показатели, используемые при оценке результативности деятельности научной организации, имеют определенные ограничения, поскольку метрические индикаторы можно сравнивать непосредственно в пределах одной научной дисциплины.

Необходимо учитывать, что данные показатели являются статистическими и ни в коем случае не показывают качество цитируемой статьи, а также уровень научного работника, являющегося ее автором.

Публикационная активность является полезным показателем, отражающим результативность научной деятельности в области фундаментальных исследований, но, к сожалению, не вся научная деятельность сводится к данному направлению исследований, особенно применительно к организациям оборонно-промышленного комплекса.

В любом случае библиометрические показатели необходимо использовать с целью подкрепления либо уточнения экспертной оценки [7].

### Основная часть

Применяемая в настоящее время Методика оценки результативности научных организаций Госкорпорации

«Роскосмос», выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения (далее – Методика) [1], созданная на основе типовой методики Министерства образования и науки Российской Федерации, утвержденной приказом от 05.03.2014 № 161 «Об утверждении типового положения о комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, и типовой методики оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» [3], не позволяет в полной мере проводить объективную оценку деятельности организаций РКП, выполняющих работы по профилю деятельности научной организации, поскольку выбранные критерии оценки не отражают сложившуюся отраслевую специфику научной деятельности.

Сформировавшаяся практика предполагает, что результатом любого законченного научного исследования должно стать новое научное знание, которое будет выражено во внешнем мире в результатах интеллектуального труда, что в конечном счете должно привести к приросту научно-технического потенциала.

На сегодняшний день подавляющее большинство организаций РКП, выполняющих работы по профилю деятельности научной организации, не имеют достаточных объемов НИОК и ТР гражданского назначения в год в процентном соотношении с НИОК и ТР военного, специального или двойного назначения, что формально не позволяет провести их оценку в соответствии с Методикой.

Соответственно, возникает ряд специфических особенностей, связанных с возможностью оценки результатов деятельности научных организаций РКП в рамках существующей Методики:

- основная масса НИОК и ТР научных организаций РКП, как организаций, входящих в число организаций оборонно-промышленного комплекса, носит закрытый характер, следовательно, научные организации РКП не могут преодолеть входное пороговое значение доли НИОК и ТР гражданского назначения;
- проведение публикаций организаций РКП, индексируемых в российских и международных информационно-аналитических системах научного цитирования, в рамках научных работ, носящих формат ограниченного доступа, не представляется возможным, что в соответствии с Методикой влия-

ет на показатели результативности и востребованности научных исследований.

Учитывая изложенное, необходима выработка иных показателей оценки деятельности научных организаций РКП, поскольку использование такого основного показателя как А (число публикаций, индексируемых в журналах Web of Science<sup>1</sup> или Scopus<sup>2</sup>, и количество опубликованных произведений в расчете на 100 научно-педагогических работников) не представляется возможным (рис. 1).

Следует обратить внимание на то, что значения показателей результативности для референтных групп научных организаций РКП не в полной мере могут соответствовать минимальным пороговым значениям показателей результативности, рассчитанным на основании Единой методики расчета минимальных (пороговых) значений показателей результативности для референтных групп и оценки организаций, выполняющих НИОК и ТР гражданского назначения, одобренной Межведомственной комиссией по оценке результативно-

сти деятельности научных организаций, выполняющих НИОК и ТР (протокол от 18.07.2019 № ГТ-66/пр), ввиду выполнения научными организациями РКП НИОК и ТР, носящих формат ограниченного доступа.

При этом темпы роста научных результатов должны иметь положительную динамику, поэтому оценка организаций в референтной группе осуществляется по минимальному (пороговому) значению основного и дополнительных показателей результативности, рассчитанных по данным текущего периода. Минимальные (пороговые) значения показателей результативности научной деятельности текущего периода не должны быть ниже минимальных (пороговых) значений показателей результативности, рассчитанных на основе данных предыдущего периода. В случае если минимальные (пороговые) значения показателей результативности по текущему периоду ниже минимальных (пороговых) значений показателей результативности предыдущего периода, значение показателей не меняется.

Расчет минимальных (пороговых) значений показателей результативности для каждой из референтных групп осуществляется на основании статистических данных, представляемых научными организациями независимо от их ведомственной принадлежности. Так как количество научных организаций РКП, представляющих сведения и учитываемых при расчете минимальных (пороговых) значений, достаточно мало по

<sup>1</sup> Web of Science – платная поисковая платформа, объединяющая несколько библиографических и реферативных баз данных рецензируемой научной литературы.

<sup>2</sup> Scopus – крупнейшая база аннотаций (рефератов) и ссылок рецензируемой литературы со встроенными инструментами мониторинга, анализа и визуализации научно-исследовательских данных.



Рис. 1. Число научных организаций, выполняющих НИОК и ТР по секторам.

Источник: составлено авторами на основе данных Федеральной службы государственной статистики [9]

сравнению с количеством научных организаций других ведомственных принадлежностей (рис. 2), то соответственно рассчитываемые минимальные (пороговые) значения не могут учитывать специфику научных организаций РКП, выполняющих работы, носящие формат ограниченного доступа.

Учитывая изложенное, без учета отраслевой специфики исключается возможность отнесения научных организаций РКП к профилю деятельности – I. «Генераторы знаний».

Большинство научных организаций РКП возможно отнести к профилю деятельности – III. «Научно-технические услуги», так как показатель А не является определяющим для данного профиля.

В основу используемой Методики положен наукометрический (библиометрический) подход, имеющий свои пределы, в рамках которого происходит релевантное отражение происходящих процессов. Вместе с тем преувеличение значимости данного подхода и применение его в качестве определяющего для принятия решений управленческого характера может впоследствии привести к некорректным выводам, искажающим действительное положение дел.

Концепция формализации управления и оценки научных исследований появилась в странах западного

мира исходя из ограниченности имеющейся ресурсной базы (бюджетных средств), следствием чего стала потребность экономической оценки эффективности расходов на научные исследования и разработки.

Предложенные бизнес-подходы по сути сместили акценты в уровне культуры проведения научных исследований, что привело к неоднозначности полученных по качеству научных результатов (невозможность воспроизведения), и, следовательно, к расфокусировке научного целеполагания – не к поиску истинности полученного результата, а к созданию «оправдывающего» вложения формата, способного представить заказчику научных работ результаты (научные доклады на конференциях, публикации, патенты и т.д.).

Регулярная подготовка отчетной документации о произведенных затратах в НИОК и ТР и полученных результатах, согласно существующим бюджетным правилам, вынуждает научные коллективы в краткосрочном периоде показывать конкретные научные достижения, смещая приоритет в пользу краткосрочных научных проектов, что, к примеру, не укладывается в парадигму длительного цикла производства ракетно-космической техники, поскольку длительность проектов в космической отрасли в среднем занимает 5-7 лет.

Растущее административное регулирование научной



Рис. 2. Удельный вес научных организаций Госкорпорации «Роскосмос» в общем количестве научных организаций, выполняющих НИОК и ТР.

Источник: составлено авторами на основе данных Федеральной службы государственной статистики [9]

сферы в процессе конкурсного распределения бюджетных средств выводит на передний план проекты, обладающие актуальностью и востребованностью в текущем моменте, что зачастую идет в ущерб проектам, имеющим перспективный и долгосрочный характер, где фактор времени в дальнейшем будет иметь определяющее значение конкурентного преимущества.

На сегодняшний день сложилась практика, когда заказчики научно-технической продукции, обладающие правом принятия решения по вопросу возможности финансирования проектов в области НИОК и ТР, оценивают полученные результаты научных исследований по количественным показателям, согласно Методике, и формируют дальнейшие приоритеты научного развития безотносительно к позиции научного коллектива либо используя его в качестве вспомогательного инструмента поддержки, что в итоге не способствует повышению качества научных исследований.

В данном случае получается дуализм подходов, когда без независимой научной экспертизы, выражающей качественную составляющую, невозможно по одним лишь количественным показателям оценить полученный результат.

Как только критерии оценки научно-исследовательской деятельности приобретают четкую структуру и строгие формулировки, они незамедлительно становятся разменной монетой в интересах многих ученых. Постулат «наука ради науки» перестает играть роль священной коровы, и на свет божий появляются махинации различной степени креативности и сложности, которые отнюдь не служат украшением научного сообщества [4].

Некоторые исследователи видят выход из этого противоречия в модификации библиометрического подхода, вернее в необходимости дополнения его системой научной независимой экспертизы [5].

Действительно, высокая результативность, выраженная в количественных показателях, не имеет большой ценности без признания работ ученого со стороны его коллег, но при этом необходимо зафиксировать особое обстоятельство: то, что успешно применимо для оценки деятельности индивидуального ученого, может не подходить для оценки деятельности научной организации в целом или целого научного направления [6].

Описание вышеизложенных тенденций и подходов к оценке результативности деятельности научных организаций позволяет сделать вывод о необходимости доработки Методики инструментами экспертного мнения и отраслевой специфики, позволяющими повысить качественную составляющую процесса оценки деятельности научных организаций РКП.

На данном этапе необходимо четкое понимание того,

что предметом оценки должны являться не только научные результаты, но и сама научная организация, достигшая оговоренные результаты.

Выбор инструмента оценки должен основываться на анализе эффективности деятельности научной организации, проводимом, прежде всего, ее учредителем (участником), как лицом, заинтересованным в получении положительного результата, на предмет достижения целей создания организации и выполнения возложенных на нее обязанностей и функций.

Осуществляя полномочия акционера акционерных обществ, пакеты акций которых переданы в качестве имущественного вноса Российской Федерации, Госкорпорация «Роскосмос» для достижения целей, установленных Федеральным законом от 13 июля 2015 г. № 215-ФЗ «О Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» [7], осуществляет деятельность, направленную на создание условий и механизмов эффективного осуществления космической деятельности, где под космической деятельностью понимается любая деятельность, связанная с непосредственным проведением работ по исследованию и использованию космического пространства (включая Луну и другие небесные тела), в том числе по созданию (разработке, изготовлению и испытаниям), использованию (эксплуатации) космической техники, космических материалов и космических технологий, оказанию связанных с осуществлением космической деятельности услуг, а также использованию результатов этой деятельности, осуществление международного сотрудничества Российской Федерации в области исследования и использования космического пространства в мирных целях.

Из чего можно заключить, что Госкорпорация «Роскосмос», в том числе наделена соответствующими полномочиями по осуществлению целостной оценки эффективности достижения научными организациями РКП установленных целей деятельности.

Следует отметить, что анализ результативности деятельности научной организации и ее эффективность не являются синонимами, поскольку не всегда полученный высокий научный результат, признаваемый научным сообществом, является отражением эффективности с позиции ее учредителя (участника).

Поэтому выбор инструментов экспертного мнения будет отличаться как по критериям, так и по методам проведенной оценки, но в любом случае, сочетание различных подходов позволит получить более объективный инструмент оценки деятельности научной организации.

Учитывая, что научные организации различаются по целям их деятельности и по возложенным на них функциям, проведение соответствующей оценки результа-



тивности деятельности должно дифференцироваться от вида (класса) сектора науки.

Ассоциация государственных научных центров «Наука» предложила следующую условную классификацию элементов государственного сектора науки, состоящую из академического, отраслевого и вузовского сегментов. Она отражает в первую очередь основное функциональное назначение каждого из них. В частности:

- академический сегмент (Российская академия наук и другие государственные академии) обеспечивает проведение преимущественно фундаментальных исследований;
- отраслевой (прикладной) сегмент, включающий научные организации, государственные научные центры (ГНЦ), научно-исследовательские центры и отдельные институты (НИЦ и НИИ), учредителями которых являются Правительство Российской Федерации, министерства, ведомства и государственные корпорации, проводящие взаимосвязанный комплекс ориентированных фундаментальных исследований, прикладных исследований и разработок, создание масштабных производств;
- вузовский сегмент занимается в основном фундаментальными и прикладными исследованиями, в первую очередь для нужд образования [8].

По решаемым задачам научные организации академического сегмента отвечают за развитие фундаментальной науки, как правило сюда входят научные организации Российской академии наук.

Отраслевые (прикладные) научные организации обеспечивают комплексное решение отраслевых (межотраслевых) научных проблем, разрабатывая критически важные (прорывные) технологии, подготавливая экспертизу по закрепленным направлениям научной деятельности и др. Перед данной категорией научных организаций учредитель, как правило, ставит целевую задачу – обеспечение национальной безопасности и обороноспособности страны, где основными критериями оценки выступают надежность полученного результата и сроки выполнения заказа. Значительную долю сегмента организаций данной категории занимают научные организации оборонно-промышленного комплекса и силовых ведомств.

Задача вузовского сегмента – подготовка высококвалифицированных кадров для наукоемких отраслей экономики, включая подготовку научных кадров для поддержания кадрового потенциала науки.

Приведенный пример классификации секторов науки и дифференциации стоящих перед ними задач показывает необходимость более детальной проработки вопроса оценки результативности деятельности научных организаций, изложенной в Методике, с точки зрения выбора корректных критериев оценки, соотношения параметров результативности и эффективности, а также учета местоположения в уровне классификации секторов науки.

Используемые в настоящее время инструменты оценки результативности деятельности научных организаций ракетно-космической промышленности, выполняющих НИОК и ТР гражданского назначения, не в полной мере отражают специфику деятельности космической отрасли, затрудняя проведение объективного мониторинга их деятельности и нуждаются в корректировке.

#### Заключение

Анализируя сложившуюся ситуацию, можно увидеть, что научные организации Госкорпорации «Роскосмос» в подавляющем большинстве случаев не попадают в первую категорию, то есть категорию лидеров в отечественной отрасли (научном направлении), а практически по всем профилям рассматриваемых референтных групп относятся к третьей категории, то есть их результаты научной деятельности не являются значимыми либо уникальными для отрасли (научного направления). Спасает их от полного отнесения к третьей группе обычно один из дополнительных индикаторов, при том, что основные индикаторы по профилю I и профилю II практически у всех организаций во всех референтных группах существенно меньше минимальных значений референтных групп, что говорит о том, что результаты научной деятельности организаций не являются значимыми либо уникальными для отрасли (научного направления) в рамках существующей Методики отнесения организаций.

Таким образом, актуальным является вопрос поиска нового подхода к оценке значимости полученного научного результата НИОК и ТР для космической отрасли.

#### Список литературы

1. Приказ Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» от 19.12.2018 № 393 «Об утверждении Методики оценки результативности деятельности научных организаций Государственной корпорации по космической деятельно-

сти «Роскосмос», выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» (Зарегистрировано в Минюсте России 18.01.2019 № 53440) // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения 08.06.2023).

2. Постановление Правительства РФ от 08.04.2009 № 312 (ред. от 08.06.2019) «Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» (вместе с «Правилами оценки и мониторинга результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения») // Первоначальный текст документа опубликован в издании «Собрание законодательства РФ», 13.04.2009, № 15, ст. 1841 (дата обращения 08.06.2023).

3. Приказ Минобрнауки России от 05.03.2014 № 161 (ред. от 29.11.2017) «Об утверждении типового положения о комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, и типовой методики оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» // Первоначальный текст документа опубликован в издании «Российская газета», № 160, 18.07.2014 (дата обращения 08.06.2023).

4. Приказ Минобрнауки России от 05.03.2014 № 162 (ред. от 03.03.2016, с изм. от 06.05.2022) «Об утверждении порядка предоставления научными организациями, выполняющими научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, сведений о результатах их деятельности и порядка подтверждения указанных сведений федеральными органами исполнительной власти в целях мониторинга, порядка предоставления научными организациями, выполняющими научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, сведений о результатах их деятельности в целях оценки, а также состава сведений о результатах деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, предоставляемых в целях мониторинга и оценки» // «Российская газета», № 106, 14.05.2014 (дата обращения 08.06.2023).

5. Письмо Совета ОНР Председателю Правительства Российской Федерации Д.А. Медведеву «Об эффективности научных организаций» <http://www.saveras.ru/archives/9102> (дата обращения 08.06.2023).

6. Дежина И. «Разработка системы оценки эффективности научных организаций как продолжение быстрых реформ» // Экономическое развитие России № 6, 2014, С.44.

7. О Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос»: федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 215-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации от 20 июля 2015 г. № 29 (часть I) ст. 4341. – текст Федерального закона опубликован на «Официальном интернет-портале правовой информации» ([www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)) 13 июля 2015 г., в «Российской газете» от 16 июля 2015 г. № 154. – URL: <https://www.garant.ru> (дата обращения 08.06.2023).

8. Ограничения в использовании библиометрических методов <http://bonus.basnet.by/aktivnost/ogranichenie/#:~:text=Несмотря%20на%20то%2C%20что%20библиометрические,моделей%20цитирования%20в%20разных%20областях> (дата обращения 08.06.2023).

9. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] <https://rosstat.gov.ru/folder/154849?print> (дата обращения 08.06.2023).

#### List of literature

1. Order of the State Corporation for Space Activities «Roscosmos» dated 19.12.2018 No. 393 «On approval of the Methodology for evaluating the performance of scientific organizations of the State Corporation for Space Activities «Roscosmos» performing research, development and technological work for civil purposes» (Registered with the Ministry of Justice of Russia on 18.01.2019 No. 53440) // Official Internet-legal information portal <http://www.pravo.gov.ru> (accessed 08.06.2023).

2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 312 dated 08.04.2009 (ed. dated 08.06.2019) «On the assessment and monitoring of the performance of scientific organizations performing research, Development and technological work for civil Purposes» (together with the «Rules for evaluating and monitoring the performance of scientific organizations performing research, Development and technological works for civil purposes») //The original text of the document is published in the publication «Collection of Legislation of the Russian Federation», 13.04.2009, No. 15, Article 1841 (accessed 08.06.2023).

3. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 05.03.2014 No. 161 (ed. dated 29.11.2017) «On Approval of the Standard Regulations on the Commission for Evaluating the Performance of Scientific Organizations Performing Research, Development and Technological Work for Civil Purposes, and the standard methodology for evaluating the performance of scientific organizations performing research, Development and technological works for civil purposes» // The original text of the document is published in the publication «Rossiyskaya Gazeta», No. 160, 18.07.2014 (accessed 08.06.2023).

4. Order of the Ministry of Education and Science of Russia dated 05.03.2014 No. 162 (ed. dated 03.03.2016, with amendments. dated 06.05.2022) «On Approval of the Procedure for the Provision by Scientific Organizations Performing Research, Development and Technological Work for Civil Purposes, Information on the results of Their Activities and the Procedure for Confirming the specified Information by Federal Executive Authorities for Monitoring Purposes, the procedure for the provision by scientific organizations Performing research, Development and Technological Work for Civil Purposes appointments, information about the results of their activities for evaluation purposes, as well as the composition of information on the results of the activities of scientific organizations performing research, development and technological work for civil purposes, provided for monitoring and evaluation purposes» // «Rossiyskaya Gazeta», No. 106, 05/14/2014 (accessed 08.06.2023).
5. Letter of the ONR Council to the Chairman of the Government of the Russian Federation D.A. Medvedev «On the effectiveness of scientific organizations» <http://www.saveras.ru/archives/9102> (accessed 08.06.2023).
6. Dezhina I. «Development of a system for evaluating the effectiveness of scientific organizations as a continuation of rapid reforms» // Economic development of Russia No. 6, 2014, p.44.
7. On the State Corporation for Space Activities «Roscosmos»: Federal Law No. 215-FZ of July 13, 2015 // Collection of Legislation of the Russian Federation No. 29 (Part I) of Article 4341 of July 20, 2015. – the text of the Federal Law is published on the «Official Internet Portal of Legal Information» ([www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru)) July 13, 2015, in Rossiyskaya Gazeta No. 154 dated July 16, 2015. – URL: [https:// www.garant.ru](https://www.garant.ru) (accessed 08.06.2023).
8. Limitations in the use of bibliometric methods <http://bonus.basnet.by/aktivnost/ogranichenie/#:~:text=Despite%20na%20to%2C%20to%20bibliometric,models%20citation%20b%20different%20oblasts> (accessed 08.06.2023).
9. Federal State Statistics Service [Electronic resource] <https://rosstat.gov.ru/folder/154849?print> (accessed 08.06.2023).

Рукопись получена: 07.08.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023

## О перспективах применения блокчейн-технологии в ракетно-космической отрасли

### *About prospects of using blockchain technology in the rocket and space industry*

Рассмотрена перспектива внедрения блокчейн-технологии в работу предприятий ракетно-космической промышленности. Проанализирован потенциально возможный функционал блокчейн-платформ с точки зрения ведения договорной работы, управления финансовыми операциями, управления рисками и принятия управленческих решений. Рассмотрен опыт российских компаний по работе с данной технологией, приведены основные препятствия массовому внедрению данной технологии.

The prospect of introducing blockchain technology into the work of enterprises of the rocket and space industry is considered. The potential functionality of blockchain platforms is analyzed from the point of view of contract work, financial operations management, risk management and managerial decision-making. The experience of Russian companies in working with this technology is considered, the main obstacles to the mass introduction of this technology are given.

**Ключевые слова:** блокчейн, смарт-контракты, распределенный реестр, ракетно-космическая промышленность, управление промышленными предприятиями, договорная работа, финансовый контроль.

**Keywords:** blockchain, smart contracts, distributed registry, rocket and space industry, management of industrial enterprises, contractual work, financial control.



#### ПОЛУЭКТОВ РУСЛАН МАРАТОВИЧ

Главный специалист службы заместителя генерального директора по экономике и финансам, АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

ORCID: 0009-0005-9709-465X

E-mail: One@tygrey.ru

#### POLUEKTOV RUSLAN

Chief Specialist of the Service of the Deputy General Director for Economics and Finance Khrunichev State Research and Production Space Center

#### Введение

Ракетно-космическая промышленность играет одну из главенствующих ролей в обеспечении военной, экономической безопасности государства и существенно влияет на уровень научного, экономического и военного потенциалов. Основная её задача – это разработка, производство, запуск, эксплуатация космических

аппаратов различного назначения. Для достижения стратегических целей отрасли невозможно обойтись без применения передовых технологий. Одним из таких инновационных инструментов является децентрализованная система блокчейн, привносящая перспективу внедрения новых управленческих решений, создания новых способов финансирования и повышения уровня

информационной безопасности космической отрасли.

Блокчейн (от англ. blockchain – «цепочка блоков») – технология шифрования и хранения данных, которые распределены по множеству компьютеров, объединенных в общую сеть. При этом каждое устройство хранит всю информацию, опубликованную в отдельно взятой блокчейн-сети. Дополнение цепочки на одном компьютере сразу же влечет такое же изменение на всех компьютерах сети, а каждый компьютер в сети может подключиться к любому другому без узлов-посредников (рис. 1). Одна из самых революционных и значимых характеристик блокчейна заключается в преобразовании представления о доверии между устройствами в сети. Вся информация о транзакциях сохраняется на всех компьютерах и защищена от возможных изменений, подделок или манипуляций. В блокчейн-сетях не существует какого-либо главного узла, который мог бы контролировать информацию. Когда каждый компьютер в сети хранит одинаковую информацию, любая попытка подделки сразу же становится очевидной. Это технологическое новшество имеет огромное практическое значение для экономики.

Фактически, блокчейн является цифровой базой данных, которая отражает все проведенные транзакции. Каждая запись в блокчейне представлена в виде блока, который связан с предыдущим блоком при помощи специальных ключей. Каждый новый блок также содержит информацию о предыдущем блоке. Блокчейн может быть использован для хранения как финансовых, так и нефинансовых активов. Важно отметить, что каждая новая запись проходит проверку на подлинность, прежде чем она может быть включена в блокчейн. Для включения в цепочку проверка должна быть произведе-

на большинством участников сети. Также стоит подчеркнуть: данные, размещенные в блокчейне, не могут быть изменены или удалены без нарушения целостности всей цепи блоков.

Коммуникации между участниками блокчейн-сети выстраиваются напрямую, что значительно экономит время и ресурсы, ускоряет процессы взаимовыгодного обмена. Данная технология, начавшая свой путь в финансовой индустрии, уже используется в здравоохранении и логистике и продолжает охватывать различные сферы деятельности, и может найти применение в космической отрасли и принести ряд преимуществ, например:

1. Повышение уровня безопасности и защиты данных: блокчейн-технология позволяет хранить информацию в распределенной базе данных, которая защищена от несанкционированного доступа и манипуляций. Это особенно актуально для проектов космической промышленности, где безопасность и защита данных являются критически важными.
2. Обеспечение прозрачности и оптимизация управления производством: блокчейн-технология позволяет создавать цепочки блоков, содержащие информацию о каждом этапе производства и использования космических систем и технологий, доступ к которым будет предоставлен всем участникам производства и эксплуатирующим изделие организациям. Данные факторы позволят повысить прозрачность и оптимизировать управление в ракетно-космической промышленности, что в свою очередь должно привести к повышению эффективности деятельности и снижению затрат.

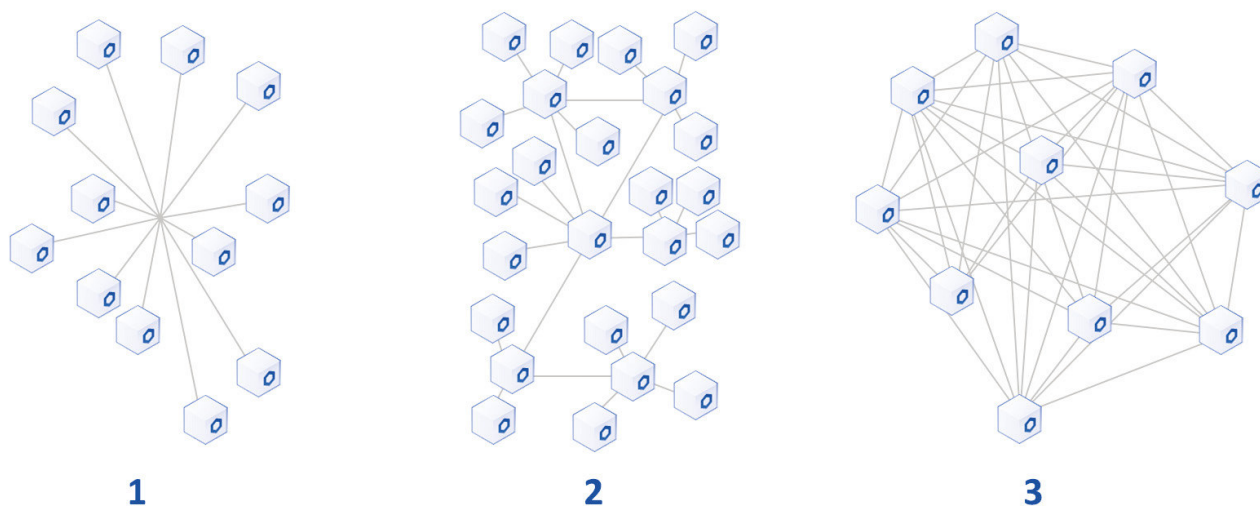


Рис. 1. Сравнение централизованных (1, 2) и децентрализованных (3) сетей.  
Источник: составлено автором на основе собственных данных

3. Оптимизация логистики и управление поставками: блокчейн может быть использован для создания системы управления логистикой, которая позволяет отслеживать перемещение материалов и оборудования на различных этапах производства изделий. Данная технология позволяет создавать цепочки поставок, которые могут быть отслежены от начала до конца, что позволит повысить прозрачность и безопасность процесса, а также уменьшить вероятность ошибок и мошенничества.
4. Совершенствование системы управления интеллектуальной собственностью: блокчейн-технология может быть использована для управления интеллектуальной собственностью в ракетно-космической промышленности. Например, блокчейн может использоваться для защиты патентов и авторских прав на инновационные технологии и разработки.
5. Повышение финансовой прозрачности: блокчейн может быть использован для улучшения финансовых процессов в ракетно-космической индустрии, например, для отслеживания расходов на проекты и контроля бюджета, обеспечивая тем самым прозрачность и надежность в управлении финансовыми потоками и инвестициями в космические проекты.

Другой важной областью, в которой блокчейн может быть задействован в космической отрасли, — это управление данными. Космические проекты генерируют огромные объемы данных, как при производстве изделий, так и при их эксплуатации, которые необходимо хранить, обрабатывать и анализировать. Блокчейн может помочь обеспечить безопасное и прозрачное хранение информации, а также обмен ею между различными участниками того или иного проекта. Кроме того, технология может быть использована для улучшения процессов контроля за космическим мусором [1]. Однако данная задача является скорее глобальной, подлежащей решению в кооперации космических агентств из разных стран.

На сегодняшний день некоторые крупные российские компании внедрили блокчейн-технологии в свою работу, например:

- Компания «Норникель», крупнейший в мире производитель никеля и палладия, применяет децентрализованные принципы для упрощения процесса торговли металлами. Компания применяет распределенный реестр для учета сырья и продает партнерам токен, поддерживаемый палладием, медью и кобальтом. Токены служат единицами учета баланса участника криптовалют-

ной сети. Эти активы передаются между контрагентами с помощью смарт-контрактов. В 2020 году созданный компанией Global Palladium Fund выпустил первые токены на основе платформы Atomyze – цифровой платформы, разработанной на основе технологии распределенных реестров. Выпущенные на платформе Atomyze токены позволяют Глобальному палладиевому фонду эффективно и прозрачно продавать продукцию «Норникеля» широкой аудитории покупателей, заинтересованных в цифровых решениях [2].

- «Газпромнефть», одно из крупнейших нефтедобывающих предприятий России, разработала блокчейн-систему Smart Fuel для оплаты авиатоплива. По информации пресс-службы, разработанная система обеспечивает возможность мгновенной оплаты заправки самолётов, сокращая время взаиморасчетов между поставщиком топлива и авиакомпанией с 4-5 дней до 15 секунд. С использованием приложений на планшетах пилота и оператора топливозаправщика процедура подачи заявки на заправку, оплата и обмен отчетными документами осуществляются онлайн. Благодаря применению технологии блокчейн информация о сделках надежно хранится в системе и доступна всем участникам процесса. Данные из системы Smart Fuel синхронизируются с электронным бортовым журналом авиакомпании и цифровой системой учета авиатоплива на топливозаправщиках [3].
- Компании «Северсталь» и Загорский трубный завод создали единый отраслевой реестр сертификатов на металлопродукцию на базе блокчейна, что позволяет упростить документооборот между поставщиками и заказчиками и обеспечить проверку подлинности сертификата по номеру. Дальнейшей перспективой является создание возможности полной сертификации без участия независимых третьих сторон, что позволит устранить причины недополучения прибыли и сократить бюрократию.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что внедрение блокчейн-технологии способно оказать глубокое влияние на ракетно-космическую отрасль, финансовые и управленческие решения в ней, создавая преимущества как для крупных предприятий, так и для небольших частных компаний. Блокчейн-решения способны вывести на новый уровень качество поставок продукции, расчеты между контрагентами, внутренние бизнес-процессы.

### Потенциал блокчейн-технологии с точки зрения договорной работы

Блокчейн может быть использован в области договорной работы для хранения, обработки и передачи цифровых контрактов и документов, что позволит сэкономить время и трудозатраты подразделений договорной работы предприятий ракетно-космической промышленности. В контексте блокчейна существует понятие смарт-контракта, представляющего из себя универсальный механизм взаимодействия двух и более сторон, имеющих взаимные обязательства. Смарт-контракты являются запрограммированным в блокчейне алгоритмом действий, активирующемся при выполнении определенных условий, они выполняют роль гаранта того, что условия договора будут соблюдены, причем в автоматическом режиме. Поскольку правила смарт-соглашений прописаны в блокчейне, их нельзя изменить, что обеспечивает корректное выполнение договорных условий и исключает возможность мошенничества. Проще говоря, смарт-контракты функционируют на блокчейне и представляют из себя фрагменты программного кода, в которых задаются условия, выполнение которых приведет к осуществлению сделки. После этого результаты операции сохраняются в цепочке блоков и становятся частью распределенного реестра. Важнейшим фактором для любого смарт-контракта является полное и точное описание условий соглашения.

Очевидно преимущество применения смарт-контрактов с точки зрения контроля поставок. Система логистики поставок требует обработки большого объема данных о поставщиках, получателях, перевозках, маршрутах и т.д. Объединение всех этих данных в одну единую блокчейн-систему значительно упростит их обработку, что убережет от возможных ошибок, связанных с человеческим фактором. Если произойдут изменения во время планирования, в цепочку поставок интегрируется новое звено или изменится стоимость определенного элемента системы. При этом история всех изменений будет доступна для всех участников блокчейн-сети, поскольку все договоренности между партнерами будут вноситься в цифровое соглашение. Платежи за осуществленные поставки будут перечисляться автоматически после доставки продукции. Данное обстоятельство устранил споры и проблемы, которые могут возникать из-за утраты отчетной документации. В целом, система смарт-контрактов позволит сформировать эффективный механизм управления рисками, возникающими при заключении договоров поставок.

Смарт-контракты снижают количество рутинных процессов и повышают их эффективность, а также в отдельных случаях устраняют потребность в присут-

ствии посредников. Технология смарт-контрактов на базе блокчейна представляет собой всеобъемлющий инструмент, области применения которого постоянно расширяются и при должном уровне проработки в будущем смогут прийти на замену контрактам в их привычном виде. Примером реального смарт-контракта является взаимодействие российской авиакомпании S7 и «Газпромнефти» в рамках платформы Smart Fuel, упомянутой ранее. Результатом работы в таком формате стала автоматизация планирования поставок топлива и расчетов за него.

Ещё одним преимуществом смарт-контрактов может стать возможность контроля происхождения приобретаемых готовых изделий у поставщиков. На сегодняшний день в отраслях промышленности присутствует колоссальное количество элементов, механизмов и товаров, что делает использование традиционных методов отслеживания их перемещения неэффективным и нерациональным. Распределенная технология предлагает решение данной проблемы, предоставляя предприятиям нечто вроде интерактивного журнала активности производителей и другие инструменты, которые помогут им отслеживать передвижение изделий между поставщиками. Такой подход обеспечивает абсолютную прозрачность и минимизирует риски приобретения контрафактных изделий, что особенно актуально при исполнении контрактов, заключенных в целях обеспечения гособоронзаказа, к которым в условиях неблагоприятной международной обстановки предъявляются особые требования в части происхождения комплектующих.

6 июля 2023 г. банк ВТБ представил свои варианты базовых сценариев использования смарт-контрактов с использованием цифрового рубля для физических и юридических лиц. Следующим шагом станет пилотирование операций в цифровых рублях на реальных деньгах, которое состоится после принятия соответствующих законопроектов по цифровому рублю.

24 июля 2023 г. президент России Владимир Путин подписал закон, согласно которому цифровым рублем можно будет осуществлять расчеты в соответствии с законодательством о национальной платежной системе. Пилотирование операций в цифровых рублях будет проводиться на ограниченном круге торгово-сервисных предприятий и физических лиц из числа сотрудников ВТБ и других банков-участников. Результаты работы на фокус-группе помогут оценить готовность к запуску платежей цифровым рублем в целом и перспективы массового внедрения смарт-контрактов в частности [4]. Внедрение цифрового рубля может стать толчком для популяризации и упрощения внедрения смарт-контрактов у широкого круга организаций,

однако, так как цифровой рубль будет базироваться на блокчейн-платформе Центробанка РФ, являющейся гибридной, использующей централизованный и децентрализованный подход одновременно, его введение не обеспечит в полной мере таких преимуществ блокчейн-платформ как отсутствие посредников, полная прозрачность и максимальная безопасность. Поэтому может стать целесообразной разработка собственных корпоративных блокчейн-платформ, учитывая опыт внедрения платформы Центробанка РФ.

На ранних стадиях внедрения смарт-контрактов могут возникать сложности и проблемы, поскольку данная технология недостаточно отработана и требует привлечения специалистов в области блокчейн-технологий для грамотного программирования смарт-контрактов, обучения и переквалификации персонала для работы с ними. Дополнительным препятствием является неготовность организаций работать с новой технологией по причине малой осведомленности и недоверия к ней. На ранних стадиях внедрения для плавного перехода на новый формат работы возможно использование смарт-контрактов с дублированием условий на бумаге. В данном случае контракт на блокчейне может быть использован для управления определенными аспектами сделки, в то время как бумажные дубликаты могут использоваться для обеспечения юридического статуса. Однако важно понимать, что такой подход может быть менее эффективным, чем полный переход на блокчейн-платформу. Это связано с тем, что контракты в их традиционном виде все еще будут требовать ручной обработки, сохраняя бюрократический элемент и сопутствующие ему недостатки. Тем не менее, на ранних стадиях внедрения блокчейна и смарт-контрактов данный подход может оказаться полезным, особенно с учетом того, что на первых этапах внедрения смарт-контрактов

не исключается вероятность ошибок при программировании из-за человеческого фактора.

### Блокчейн-оракулы

Поскольку смарт-контракты являются программным кодом не подлежащим изменению, предусмотреть все возможные условия и происшествия в ходе их исполнения невозможно (например, никто не мог спрогнозировать блокировку Суэцкого канала контейнеровозом Evergreen 23 марта 2021 г., спровоцировавшую коллапс мировых грузоперевозок). Для более эффективного использования данной технологии возможно предусмотреть возможность внесения внешних данных в смарт-контракт в процессе его исполнения с помощью так называемых оракулов – алгоритмов, являющихся посредниками между смарт-контрактом и внешними источниками данных. С их помощью доверенные пользователи из организаций-участников блокчейн-сети смогут вносить актуальную информацию в смарт-контракты. Оракулы по своей природе способны использовать различные источники данных (рис. 2).

Для упрощения восприятия рассмотрим пример функционирования смарт-контракта на поставку продукции с использованием оракулов.

У предприятия ракетно-космической промышленности появляется потребность в закупке режущего инструмента для токарных станков. После определения компании-поставщика осуществляется подготовка программного кода смарт-контракта, подразумевающего внесение внешних данных и их выдачу через оракулов. После инициирования смарт-контракта на криптовалютном счету заказчика блокируется максимальная предусмотренная контрактом цена поставки. Поставщик, с кем заключен контракт, осуществляет отгрузку инструмента у производителя, с которым он работает, через

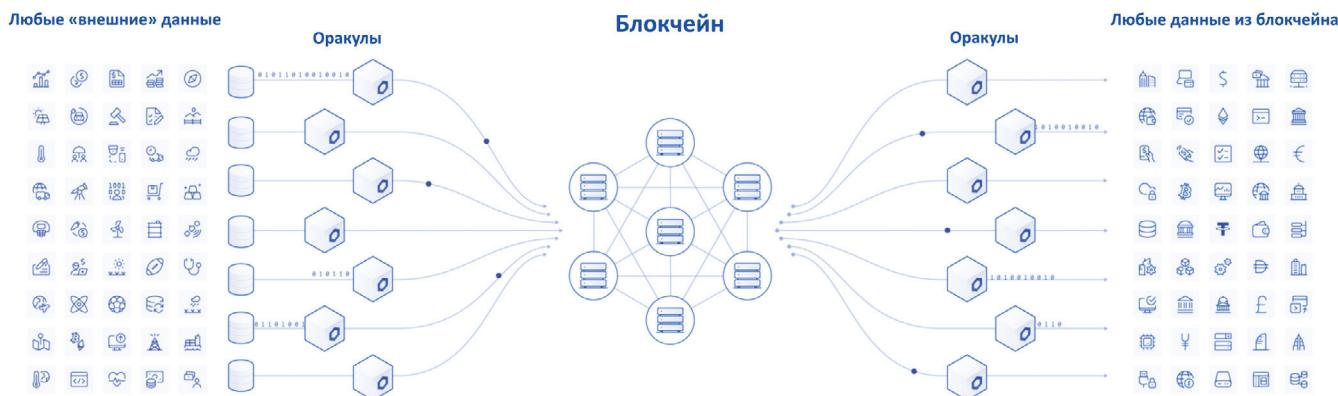


Рис. 2. Иллюстрация принципа передачи данных в блокчейн и из него с помощью оракулов  
 Источник: Oracle Labs LLC ([www.oraclelabs.ru](http://www.oraclelabs.ru)) [5]



оракул, передавая данные в смарт-контракт о номенклатуре получаемой продукции, её происхождении и так далее. По факту поступления продукции на склад поставщика через оракул в смарт-контракт также будет передана информация о данном факте. Далее, по факту осуществления поставки на склад заказчика складской работник проверяет соответствие позиций, указанных в товарной накладной, фактическому наличию режущего инструмента, после чего передает через оракул информацию о фактическом объёме поставки в смарт-контракт. Смарт-контракт обрабатывает полученную информацию и осуществляет перечисление замороженных на криптосчете средств в соответствии с фактическим объёмом поставки. Затем в нём генерируются отчётные документы и через оракула рассылаются в заинтересованные инстанции. В рассмотренном случае в качестве оракула может выступать специально разработанное приложение, установленное на мобильный телефон (для подтверждения фактов отгрузки товаров), либо на компьютер (для получения документации). Применение подобного подхода способно серьёзно снизить число бюрократических операций и сократить время расчётов за поставки от нескольких дней (с учетом передачи первичных документов и заявок на оплату между инстанциями) до нескольких минут (платежные операции происходят автоматически после поступления товаров).

Подход с использованием оракулов способен внести в реализацию смарт-контрактов множество преимуществ, например, устранить необходимость криптовалютных расчетов с поставщиками: смарт-контракт будет функционировать в своем обычном режиме, при достижении тех или иных условий, например, получения поставки от контрагента, передаст через оракул информацию о необходимости перечисления денежных средств со счета заказчика на счет поставщика в определенном контрактом размере по банковскому алгоритму (рис. 3). После произведения оплаты информация, опять же через оракул, попадет в смарт-контракт, завершая его выполнение.

В случае возникновения обстоятельств непреодолимой силы, препятствующих своевременному исполнению обязательств, поставщик может через оракул передать соответствующую информацию в смарт-контракт, где она может быть проверена на достоверность, ведь вся цепочка поставок фиксируется в смарт-контракте (например, не получится списать задержку поставки на блокировку Суэцкого канала, если в блокчейне был зафиксирован факт отгрузки товара со склада производителя в Нижнем Новгороде). После проверки информации заказчиком в случае её достоверности через оракул может быть введен новый срок поставки. На случай безосновательных просрочек поставок в смарт-контрак-

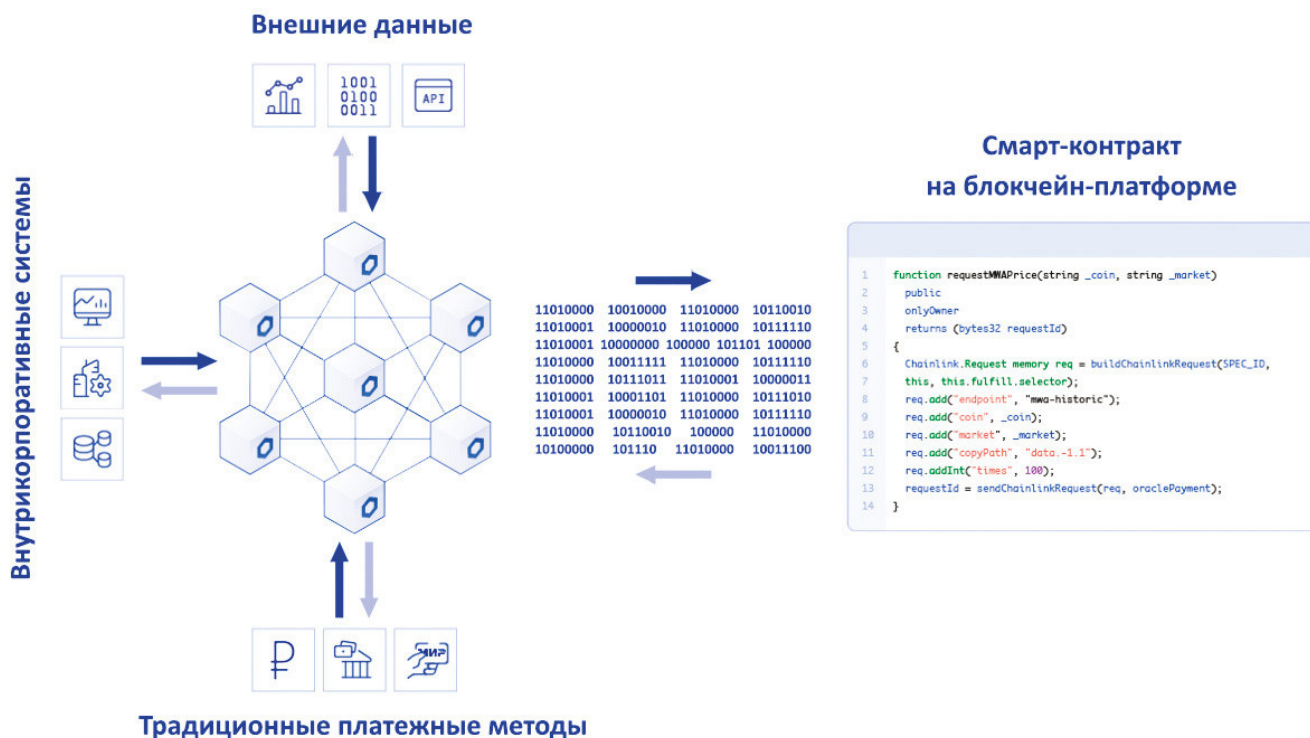


Рис. 3. Иллюстрация принципа передачи данных в смарт-контракт и из него с помощью сети оракулов. Источник: составлено автором на основе собственных данных

тах возможно предусмотреть снижение конечной суммы оплаты на определенную величину штрафных санкций. Данный фактор создает ещё одно преимущество – возможность избежания организации длительного процесса претензионно-исковой работы (от инициирования претензионной работы до взыскания денежных средств за просрочку поставки по судебному решению может пройти более года), а также полное исключение судебных издержек.

Наконец, с использованием оракулов и различных API<sup>1</sup> возможно организовать взаимодействие блокчейн-платформы с ERP-системами предприятий ракетно-космической отрасли, одновременно сглаживая переход на новые принципы работы и сокращая объёмы работы пользователей ERP-систем.

### Юридический статус смарт-контрактов

Одной из преград для массового внедрения смарт-контрактов является отсутствие проработанной правовой базы в этой сфере и неопределенный юридический статус цифровых соглашений данного типа. Различные точки зрения на смарт-контракты основываются на их разной правовой природе, которая может быть определена как обязательственная (исполнение обязательств) или договорная (автоматическое исполнение юридической конструкции). Определение правовой природы является ключевым в законодательном регулировании и определении перспектив развития данного явления. Кроме того, необходимо учитывать применяемое средство платежа, так как на платформе блокчейн используются платежные токены (криптовалюта). Федеральный закон «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 31.07.2020 № 259-ФЗ [6] регламентирует правовой статус цифровых финансовых активов (ЦФА) и устанавливает необходимость закрепления записей об обороте ЦФА в силу самоисполняемой сделки (смарт-контракта). Однако данный закон не дает полноценного определения данного явления и не конкретизирует сферу применения, ограничиваясь «исполнением обязательств». В связи с этим можно сделать вывод о преобладающей договорной природе смарт-контрактов (нежели обязательственной), которая может быть более детально регулирована только в случае закрепления их в качестве разновидности договоров, ключевыми признаками которых является существование в рам-

ках цифровых систем, применение платежных токенов в качестве средств платежа и автоматическое исполнение установленных обязательств с минимальными временными разрывами [7].

Обращаясь к зарубежной практике регулирования смарт-контрактов, отмечается, что в США отсутствуют единые акты или руководства, четко определяющие юридический статус смарт-контрактов. Однако Акт об электронных подписях в глобальной и национальной торговле 2000 года может обеспечить определенный юридический вес для применения смарт-контрактов в соответствии с действующим законодательством. На уровне штатов Комиссия по единообразному законодательству издала Единый Акт об электронных транзакциях («УЕТА») в 1999 году, который с тех пор был принят 47 штатами. Названный Акт гласит, что «записи или подписи не может быть отказано в юридической силе или возможности приведения в исполнение только потому, что они в электронной форме» и что «контракту не может быть отказано в юридической силе или возможности приведения в исполнение только потому, что при его формировании использовалась электронная запись». Отдельный закон, изданный внутри штата, также может предусматривать исполнение смарт-контрактов. Штат Аризона является первым, который принял закон, разрешающий использование смарт-контрактов. В Аризоне смарт-контракты определяются как «управляемая событиями программа с состоянием, которая работает в распределенной, децентрализованной, общей и реплицируемой бухгалтерской книге, и которая может осуществлять хранение и передачу активов в этой бухгалтерской книге». Другие два штата США – Невада и Вермонт – издали законы, которые признают юридическую значимость данных, хранящихся в блокчейне, что также может применяться к смарт-контрактам [8].

В Сингапуре также отсутствуют прямые нормы регулирования смарт-контрактов, однако в 2010 году издан Акт об электронных транзакциях 2010 года [9], гласящий, что «информации не может быть отказано в юридической силе, действительности или применимости исключительно на том основании, что она представлена в форме электронной записи», «в контексте заключения контрактов предложение и принятие предложения могут быть выражены посредством электронных коммуникаций. Если при заключении контракта используется электронное сообщение, этому контракту не может быть отказано в действительности или в возможности приведения в исполнение исключительно на том основании, что для этой цели использовалось электронное сообщение» и что «контракту, заключенному в результате взаимодействия автоматизированной системы сообщений

<sup>1</sup> API (англ. Application Programming Interface) – интерфейс взаимодействия между информационными системами или продуктами

и физического лица или взаимодействия автоматизированных систем сообщений, не должно быть отказано в действительности или возможности принудительного исполнения исключительно на том основании, что ни одно физическое лицо не проверяло или не вмешивалось в каждое из отдельных действий, выполняемых автоматизированными системами сообщений или результирующим контрактом».

В Евросоюзе отсутствует какая-либо специально разработанная под смарт-контракты правовая база, однако в соответствии со статьёй 9 Директивы Европейского парламента и Совета ЕС № 2000/31/ЕС от 08.06.2000 [10] о некоторых правовых аспектах информационных услуг на внутреннем рынке (Директива об электронной коммерции) к государствам-членам ЕС предъявляется требование, что их правовые системы должны обеспечивать возможность заключения контрактов с использованием электронных средств. Таким образом, определение термина «смарт-контракт» и его правовая природа в Европейском союзе подлежат регулированию государствами-членами.

В целом, правовое регулирование смарт-контрактов на блокчейне как в зарубежных государствах, так и в России находится на стадии развития и требует дальнейшей проработки и усовершенствования.

Итак, резюмируя вышеизложенное, рассмотрим плюсы и минусы смарт-контрактов (табл. 1).

**Применение блокчейн-технологии для модернизации финансовых процессов**

Блокчейн может предоставить прозрачность и безопасность в управлении денежными потоками и инвестициями в космической промышленности. В частности, блокчейн может быть использован для следующих задач:

1. Упрощенное управление транзакциями. При использовании описанных выше смарт-контрактов взаиморасчеты с контрагентами могут выполняться автоматически при подтверждении исполнения определенных условий. Затраты на транзакции, такие как комиссии за перечисления, также могут быть снижены за счет оперирования цифровыми активами напрямую, в отсутствии посредников.
2. Повышение инвестиционной привлекательности. Космическая отрасль в России имеет высокий потенциал для инвестирования [11]. Россия является одним из крупнейших производителей ракетно-космической техники и обладает многолетним опытом в этой области. Блокчейн может быть использован для создания децентрализованных фондов, которые позволяют инвесторам вкладывать средства в космические проекты без посредников. Создание децентрализованных фондов – это один из способов организации инвестиций, при котором деньги инвесторов собираются в единый пул и распределяются на различные проекты. Децентрализованные фонды используют технологию блокчейн для обеспечения прозрачности и безопасности операций. Это может снизить затраты на управление инвестициями и повысить доступность инвестиционной деятельности для широкой аудитории. Децентрализованный фонд может быть создан как автономный смарт-контракт на блокчейне, который автоматически выполняет инвестиционные операции в соответствии с заранее определенными правилами и условиями. Инвесторы смогут вносить свои вклады в фонд и получать долю прибыли в зависи-

ПЛЮСЫ	МИНУСЫ
Возможность исключения посредников при взаиморасчетах	Плохая осведомленность о технологии, сложность внедрения
Условия договора не подлежат изменению, отчетная документация не может быть подделана, так как хранится в децентрализованном формате	Неопределенный юридический статус
Высокая степень автоматизации выполнения условий контракта	Вероятность ошибок при программировании контракта из-за человеческого фактора
Прозрачность – в любой момент любой участник сети может проверить статус исполнения контракта	Взаиморасчеты в криптовалюте
Перспективность для создания новых бизнес-моделей	Необходимость создания оракулов для расширения функционала контрактов

Табл. 1. Плюсы и минусы смарт-контрактов.  
 Источник: составлено автором по результатам проведенного исследования

мости от размера своего вклада.

3. Эффективное управление бюджетом. Блокчейн может оптимизировать управление бюджетом проектов ракетно-космической отрасли и предоставить прозрачность в расходах, снижая риски нецелевого расходования средств. За счет прозрачности денежных потоков значительно упростится процедура проведения финансовых проверок со стороны государственных заказчиков и непосредственно Госкорпорации Роскосмос на предприятиях, входящих в её состав. Также блокчейн применим с точки зрения контроля за расходом выплаченных авансов субподрядчикам, в дальнейшем упрощая процедуру приёмки работ, а также снижая риски мошенничества со стороны недобросовестных контрагентов.

С помощью смарт-контрактов можно создать цепочку блоков, в которой будет прослеживаться каждая транзакция. Каждый участник сети блокчейн будет иметь доступ к этой цепочке и сможет проверить, как именно были использованы выделенные денежные средства. Кроме того, смарт-контракты могут быть настроены на автоматическое выполнение определенных условий, например, если проект не достигает определенного этапа развития в заданный срок или через оракул в смарт-контракт попадает информация о нецелесообразности продолжения работ (что имеет место при выполнении составных частей опытно-конструкторских работ), то смарт-контракт может автоматически вернуть оставшиеся средства заказчику.

#### **Потенциал блокчейна в решении отдельных вопросов управления предприятием**

Блокчейн-платформа внутри отдельного предприятия может быть создана для оптимизации документооборота. Это позволит ускорить процесс обмена документами между сотрудниками, а также повысить прозрачность и безопасность этого процесса. Поскольку блокчейн по своей природе не может быть изменен, исключается вероятность утраты документов, а процесс передачи дел от переходящего на другую должность или увольняющегося к принимаемому на должность может быть серьезно упрощен – все данные находятся в блокчейне, а вся история изменений зафиксирована.

Такой формат документооборота способен исключить спорные ситуации, связанные в отдельных случаях с невозможностью установления точной даты поступления отчетных материалов по договорам, когда они передаются нарочно. Факт безусловности информации может быть крайне полезен при организации претензионно-исковой работы по договорам, а наличие всего

перечня документов в доступе работников поможет упростить её организацию.

С точки зрения учета оборудования и инструмента блокчейн также может быть полезен. Прозрачность, обеспечиваемая технологией, позволит получать данные о фактическом наличии и местонахождении оборудования и инструмента на отдельно взятом предприятии, что позволит избежать приобретения избыточных изделий и позволит эффективно распределять имеющиеся в наличии в соответствии с потребностями. Данное обстоятельство может быть полезным, поскольку известны факты, когда электронный учёт ведется только на складах, а при выдаче в работу инструмент оказывается учтенным только в локальных документах отдельно взятого цеха. В результате при формировании списка закупок проверка фактической потребности цехов становится проблематичной и затратной по времени. Также блокчейн-платформа может использоваться для фиксации фактов поломки оборудования, ускоряя, тем самым, принятие решений по ремонту или покупке новых устройств, минимизируя простои и оптимизируя производственный процесс.

Наконец, блокчейн может использоваться для повышения уровня информационной безопасности на предприятиях, он может быть использован для отслеживания доступа к отдельной информации ограниченного распространения и защиты от несанкционированного доступа к ней.

В целом, блокчейн-технология имеет большой потенциал для управления ракетно-космическими предприятиями за счет повышения эффективности всего производственного процесса.

#### **Перспектива блокчейн-технологии с точки зрения управления рисками**

Блокчейн может быть использован для создания системы управления рисками в реальном времени. При заключении контрактов на поставку продукции управление операционными рисками связано с издержками, возникающими при взаимодействии сторон. В данном случае необходимо обеспечить гарантии поставки или оплаты, а также предотвратить потери, которые могут возникнуть в результате недобросовестного поведения сторон или действия внешних обстоятельств, препятствующих выполнению контракта. Блокчейн-платформа может быть использована для улучшения этого процесса путем создания системы одновременного информирования участников сети о фактическом наличии складских остатков, формируя у заказчика мнение о способности поставщика организовать передачу продукции.

Управление рисками неплатежей является одним из

наиболее критических аспектов выполнения контрактов. Однако с помощью смарт-контрактов можно точно контролировать платежи и нивелировать риск неконтролируемого роста дебиторской задолженности. Блокчейн-платформы также позволяют накапливать информацию о сделках в режиме реального времени и обеспечивать доступ к информации для всех участников сети. Данное обстоятельство исключает возникновение спорных моментов, фактически, в рамках одного смарт-контракта могут быть отражены все взаиморасчеты, что исключает расхождения при их сверке. Такой подход позволяет минимизировать финансовые риски и издержки по урегулированию спорных ситуаций, а также повышает доверие сторон друг к другу.

Также благодаря использованию блокчейна возможно в значительной степени обеспечить управление рисками подлинности сделок. Данная технология позволяет подтверждать подлинность транзакций и сохранять записи о сделках в неизменном виде. Для достижения этой цели используется шифрование информации, гарантирующее подлинность сделки по отношению к товару и электронной подписи, которая обеспечивает легитимность сделки в отношении сторон. Таким образом, блокчейн может стать надежным механизмом для защиты от рисков подделки и мошенничества.

Помимо вышеизложенного, блокчейн-платформа может стать подходящим инструментом для управления рисками, возникающими из-за чрезвычайных ситуаций (обстоятельств непреодолимой силы). За счет прозрачности и доступности всех процессов, происходящих в рамках смарт-контрактов, стороны своевременно получают информацию о статусе поставок и местонахождении товара, что позволит анализировать риски и своевременно принимать управленческие решения. Например, как уже рассматривалось ранее, поставщик закупил товар у иностранного производителя, тот отправил груз морем и контейнеровоз оказался заблокирован в Суэцком канале. При традиционной контрактной работе заказчик не получит информацию о риске серьезной задержки поставки, поскольку информация о том, где поставщик заказал продукцию и как она к нему попадет нигде не зафиксирована, однако при использовании блокчейна в смарт-контракте может быть отмечен факт погрузки груза на морской транспорт и указан маршрут его следования, в результате чего станет возможным предсказание сбоев в цепочке поставки.

Управление рисками в космической промышленности является критически важным аспектом, поскольку сбои при исполнении отдельных этапов контрактов могут привести к серьезным последствиям, включая вред стратегическим целям государства и значительные

финансовые потери. Блокчейн может помочь улучшить систему управления рисками, предоставляя точную и своевременную информацию о происходящих изменениях и позволяя оперативно принимать решения.

### Препятствия для внедрения блокчейн-технологии

Внедрение блокчейн-технологии в ракетно-космическую промышленность сталкивается с рядом препятствий, которые могут затруднить ее развитие. Некоторые из них:

1. Регуляторные ограничения. Ракетно-космическая промышленность подвержена жестким регуляторным ограничениям, которые могут затруднить внедрение блокчейн-технологии. Некоторые из этих ограничений могут касаться обеспечения безопасности информации ограниченного распространения.
2. Высокая стоимость. Внедрение блокчейн-технологии требует значительных инвестиций в разработку программного обеспечения и развертывание инфраструктуры.
3. Сложность внедрения. Внедрение блокчейн-технологии в ракетно-космическую промышленность может быть сложным процессом из-за необходимости интеграции существующих систем и процессов. Это может потребовать значительных усилий и времени. Решением может стать создание минимально жизнеспособного продукта (англ. *minimum viable product*, MVP), например блокчейн-платформы между двумя организациями, входящими в Роскосмос, позволяющей реализовывать выполнение типовых повторяющихся соглашений. В случае успешного опыта данную технологию можно будет развивать, включая в сеть новые компании и расширяя функционал. Разработка минимально жизнеспособного продукта может обойтись в сотни раз дешевле, чем создание полноценной работающей сети, и занимать месяцы вместо нескольких лет работы. В то же время такой подход позволит получить осязаемый физический результат – продукт, который можно продемонстрировать. Одним из важнейших свойств такого подхода является то, что большая часть ошибок при разработке будет совершена на ранних этапах работ и будет стоить значительно дешевле, чем провал масштабного проекта. И, что немаловажно, уже начиная с ранних стадий проекта появится блокчейн-платформа, которую можно применять (хоть и ограниченно).
4. Необходимость стандартизации. Блокчейн-технология требует стандартизации, чтобы

обеспечить совместимость между различными системами и платформами. При отсутствии стандартов могут возникнуть проблемы совместимости и безопасности.

5. Недостаток экспертов на рынке труда. Внедрение блокчейн-технологии требует опытных специалистов, которых на сегодняшний день мало на рынке труда, а их услуги – очень высокооплачиваемые (зарплаты блокчейн-разработчиков достигают до 800 тыс. рублей в месяц по данным hh.ru). Это может привести к задержкам в разработке и реализации проектов. В качестве альтернативы самостоятельному набору команды внутри корпорации возможно привлечь для разработки технических решений внешнюю компанию-исполнителя (например, АО «ПроКСи», принимавшее участие в разработке упомянутой ранее платформы «SmartFuel»), однако в дальнейшем всё равно возникнет необходимость в создании подразделений для обслуживания системы, поскольку привлечение внешних исполнителей создает риски для безопасности и конфиденциальности информации.

В целом, внедрение блокчейн-технологии в ракетно-космическую промышленность может стать сложным процессом, который требует значительных усилий и инвестиций. Однако при правильном подходе и сотрудничестве между компаниями и правительственными организациями блокчейн-технология может принести значительные выгоды для отрасли.

#### Заключение

Блокчейн-технологии имеют серьёзный потенциал для оптимизации управления отдельными аспектами деятельности предприятий ракетно-космической промышленности. Технология распределенного реестра способна обеспечить безопасность конфиденциальной информации, повысить доверие между заказчиками и исполнителями, снизить затраты на посредников и обеспечить полную прозрачность финансовой деятельности предприятий для высшего руководства корпорации и государственных заказчиков. Однако для реализации этого потенциала необходимо решить технические и организационные проблемы, связанные с внедрением новых, мало отработанных технологий.

#### Список литературы

1. НАСА планирует задействовать блокчейн Ethereum для исследования космоса // ForkLog [Электронный ресурс] forklog.com, 2018, URL: [forklog.com/news/nasa-planiruet-zadejstvovat-blokchejn-dlya-issledovaniya-kosmosa](https://forklog.com/news/nasa-planiruet-zadejstvovat-blokchejn-dlya-issledovaniya-kosmosa) (Дата обращения: 18.07.2023).
2. Цифровые инструменты // Норникель [Электронный ресурс] nor nickel.ru, URL: [www.nornickel.ru/innovation/tools/](https://www.nornickel.ru/innovation/tools/) (Дата обращения: 19.07.2023).
3. Заправка по блокчейн // Газпромнефть Аэро [Электронный ресурс] aero.gazprom-neft.ru, URL: [aero.gazprom-neft.ru/technology/zaravka-po-blokchejn/](https://aero.gazprom-neft.ru/technology/zaravka-po-blokchejn/) (Дата обращения: 19.07.2023).
4. ВТБ представил варианты применения смарт-контрактов с цифровым рублем // CNews [Электронный ресурс] cnews.ru, 2023, URL: [www.cnews.ru/news/line/2023-07-06\\_vtb\\_predstavil\\_varianty?erid=Kra23ZNH4](https://www.cnews.ru/news/line/2023-07-06_vtb_predstavil_varianty?erid=Kra23ZNH4) (Дата обращения: 24.07.2023).
5. Oracle Labs: официальный сайт. - URL: <https://www.oraclelabs.ru> ( дата обращения 08.08.2023).
6. Федеральный закон «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 31.07.2020 № 259-ФЗ.
7. Нестеров, А. Д. Правовое регулирование смарт-контракта / А. Д. Нестеров // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – № 5-3(61). – С. 96-99. – EDN HWWZJW.
8. Скиперский, А. С. Правовое регулирование смарт-контрактов в зарубежных странах / А. С. Скиперский // Юридическая наука. – 2022. – № 2. – С. 92-95. – EDN HAVYRC.

9. THE STATUTES OF THE REPUBLIC OF SINGAPORE. ELECTRONIC TRANSACTIONS ACT 2010 [Электронный ресурс] sso.agc.gov.sg, URL: sso.agc.gov.sg/Act/ETA2010 (Дата обращения: 01.08.2023).

10. Directive 2000/31/EC of the European Parliament and of the Council of 8 June 2000 on certain legal aspects of information society services, in particular electronic commerce, in the Internal Market ('Directive on electronic commerce') [Электронный ресурс] eur-lex.europa.eu, URL: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0031 (Дата обращения: 02.08.2023).

11. Роскосмос планирует привлечь до 50 млрд рублей на строительство двух новых заводов // ТАСС [Электронный ресурс] tass.ru, URL: tass.ru/ekonomika/16646153 (Дата обращения: 01.08.2023).

#### List of literature

1. NASA plans to use the Ethereum blockchain for space exploration // ForkLog [Electronic resource] forklog.com , 2018, URL: forklog.com/news/nasa-planiruet-zadejstvovat-blokchejn-dlya-issledovaniya-kosmosa (Accessed: 07/18/2023).

2. Digital tools // Norilsk Nickel [Electronic resource] nor nickel.ru , URL: www.nornickel.ru/innovation/tools / (Accessed: 07/19/2023).

3. Refueling via blockchain // Gazpromneft Aero [Electronic resource] aero.gazprom-neft.ru, URL: aero.gazprom-neft.ru/technology/zapravka-po-blokcheyn/ (Accessed: 07/19/2023).

4. VTB presented options for using smart contracts with a digital ruble // CNews [Electronic resource] cnews.ru , 2023, URL: www.cnews.ru/news/line/2023-07-06\_vtb\_predstavil\_varianty?erid=Kra23ZNH4 (Accessed: 07/24/2023).

5. Oracle Labs: official website. - URL: <https://www.oreclelabs.ru> ( accessed 08.08.2023).

6. Federal Law «On Digital Financial Assets, Digital Currency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation» dated 31.07.2020 No. 259-FZ.

7. Nesterov, A.D. Legal regulation of a smart contract / A.D. Nesterov // Actual scientific research in the modern world. – 2020. – № 5-3(61). – Pp. 96-99. – EDN HWWZWJ.

8. Skipersky, A. S. Legal regulation of smart contracts in foreign countries / A. S. Skipersky // Legal science. – 2022. – No. 2. – PP. 92-95. – EDN HAVYRC.

9. THE STATUTES OF THE REPUBLIC OF SINGAPORE. ELECTRONIC TRANSACTIONS ACT 2010 [Electronic resource] sso.agc.gov.sg , URL: sso.agc.gov.sg/Act/ETA2010 (Accessed: 08/01/2023).

10. Directive 2000/31/EC of the European Parliament and of the Council of 8 June 2000 on certain legal aspects of information society services, in particular electronic commerce, in the Internal Market ('Directive on electronic commerce') [Electronic resource] eur-lex.europa.eu , URL: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT /?uri=CELEX:32000L0031 (Accessed: 08/02/2023).

11. Roscosmos plans to attract up to 50 billion rubles for the construction of two new plants // TASS [Electronic resource] tass.ru , URL: tass.ru/ekonomika/16646153 (Accessed: 08/01/2023).

Рукопись получена: 17.08.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023

УДК 629.78:65.015.14

DOI 10.48612/agat/space\_economics/2023.02.05.07

## Анализ проблематики и пути совершенствования системы учета и нормирования труда на примере организаций ракетно-космической промышленности

*Analysis of the problems and ways to improve the system of accounting and labor rationing on the example of the rocket and space industry organizations*

Данная статья посвящена анализу ключевых проблем системы учета фактической трудоемкости (СУФТ) при выполнении работ (оказании услуг) инженерно-техническими работниками (ИТР). Определены конкретные шаги по устранению методологических недостатков и введению прогрессивной системы учета трудозатрат, на основе внедренных в АО «Организация «Агат» собственных решений по автоматизации СУФТ и проведенных работ в организациях ракетно-космической промышленности (РКП).

This article is devoted to the analysis of the key problems of the actual labor intensity accounting system (ALIAS) when performing works (rendering services) by engineering and technical workers (ETW). Specific steps have been identified to eliminate methodological shortcomings and introduce a progressive labor accounting system, based on the own solutions for automation of the ALIAS implemented in Agat Organization JSC and the work carried out in organizations of the rocket and space industry (RSI).

**Ключевые слова:** фактическая трудоемкость, система учета, статистические данные, математическая обработка, автоматизация процессов.

**Keywords:** actual labor intensity, accounting system, statistical data, mathematical processing, automation of processes.



**КЕНДЖАБАЕВ  
ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Начальник Управления нормирования трудоемкости РКП, АО «Организация «Агат»  
E-mail: [KendzhabaevEA@agat-roskosmos.ru](mailto:KendzhabaevEA@agat-roskosmos.ru)

**KENDZHABAEV  
EVGENY**

Head of the Labor intensity rationing Department of the RST, JSC "Organization "Agat"



**БЕЛОУСОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ**

И.о. начальника отдела нормирования трудоемкости НИОКР, АО «Организация «Агат»  
E-mail: [BelousovNA@agat-roskosmos.ru](mailto:BelousovNA@agat-roskosmos.ru)

**BELOUSOV NIKOLAY**

Acting Head of the R&D Labor Intensity Rationing Department, JSC "Organization "Agat"



**ШАГАЛИНА ВАЛЕРИЯ ВИТАЛЬЕВНА**

Специалист отдела нормирования трудоемкости НИОКР, АО «Организация «Агат»

E-mail: ShagalinaVV@agat-roscosmos.ru

**SHAGALINA VALERIA**

Specialist of the R&D Labor Intensity Rationing Department, Agat Organization JSC

**Введение**

Управление ресурсами, как материальными (сырье, материалы, оборудование и т.д.), так и трудовыми (работники) – одна из самых важных задач в любой отрасли.

При этом планирование необходимых объемов материальных ресурсов к использованию в производственном цикле (планирование объемов материальных ресурсов к закупке), их последующий учет и расход – контролируемые и управляемые процессы в организации, в то время как измерение и контроль трудовых ресурсов – сложная и комплексная задача, требующая не только наличия настроенной системы учета трудозатрат в организации, но и отлаженной методологии обработки получаемых данных о фактической трудоемкости [1]. Трудовые ресурсы – работники организации, а расход этого ресурса характеризуется затратами рабочего времени на выполнение определенных задач.

Уровень использования материальных затрат определяется величиной коэффициента использования материала (КИМ), и не вызывает сомнений тот факт, что из 1 кг сырья и материалов не может быть изготовлено продукции весом более 1 кг. Однако к величине фактически достигнутых трудозатрат относятся как к искусственному показателю, который может быть существенно искажен. Аналогично материальным трудовые затраты также являются лимитированными, т.е. понесенные трудозатраты отражают затраты труда основных производственных исполнителей за определенный период, которые ограничены величиной их эффективного фонда рабочего времени (ФРВ). Эффективный ФРВ определяется как номинальный (общий) ФРВ за вычетом отпусков (основные и дополнительные), отпусков по учебе, по болезни, беременности и родам, прочие неявки, разрешенные законодательством или предусмотренные в организации, и является предельной (лимитной) величиной доступных трудовых ресурсов и, как следствие, трудовой мощности персонала.

Для трудовых затрат аналогичным показателем КИМ является коэффициент использования рабочего времени [2], который определяется как отношение эффективного ФРВ за вычетом потерь рабочего времени

(прогулов, простоев) к полезному ФРВ.

Документальное подтверждение величины указанного коэффициента (по совокупности всех заказов) заказчикам и их представителям является острым вопросом для организаций, что обусловлено отсутствием или недостаточностью действующей в организации системы учета фактической трудоемкости, которая не позволяет подтвердить непосредственное участие каждого работника по конкретному заказу.

**Анализ ключевых проблем, возникающих в организациях отрасли при внедрении и ведении системы учета фактической трудоемкости**

Необходимость распределения трудозатрат работников по заказам и их документального подтверждения обусловлена требованием Постановления Правительства РФ от 19 января 1998г. №47 «О Правилах ведения организациями, выполняющими государственный заказ за счет средств федерального бюджета, раздельного учета результатов финансово-хозяйственной деятельности» в части распределения затрат на оплату труда в привязке к конкретному заказу [3]. Данное требование может быть однозначно учтено в случае соответствия распределения затрат на оплату труда распределению фактических трудовых затрат работников по заказам.

В связи с этим необходимо обратить внимание на две основные проблемы, с которыми сталкиваются организации при внедрении системы учета фактических трудозатрат.

Первая проблема – это незаданные или некорректно установленные требования по организации процесса учета фактической трудоемкости, а также отсутствие выработанной методологии обработки получаемых данных о фактической трудоемкости, что не позволяет провести связь между трудозатратами работников и полученными ими результатами.

Ежедневно определять выполнение нормы трудоемкости на выполнение работ (услуг) ИТР, в отличие от учета технологической трудоемкости при изготовлении и испытании изделий, не представляется возможным. Рабочий, ежедневно закрывая сменно-суточные задания (наряд-задание или иной аналогичный документ),

подтверждает выполнение нормы выработки продукции (нормы времени), от величины которой непосредственно зависит оплата его труда, в том числе при повременной системе оплаты [4; 5]. Сведения о фактической трудоемкости ИТР не могут быть получены на ежедневной основе, так как зачастую нормы трудоемкости стоящих задач по выполнению отдельных (типовых) работ (услуг) составляют, как правило, несколько десятков часов в отличие от рабочих, нормы трудоемкости которых на порядок (или несколько порядков) ниже. Кроме того, ИТР, по сравнению с рабочими, как правило, выполняют нециклические (несистематические) работы (услуги) с редкой повторяемостью за исключением выполнения (разработки) типовых видов документации, предусмотренных стандартами.

Вторая проблема – это человеческий фактор.

Никакое изменение методологии (порядков и форм представления данных) не позволит исключить ошибки, обусловленные его влиянием.

Вышеуказанные общие проблемы приводят, в свою очередь, к частным проблемам и, как следствие, к некорректному занесению сведений в систему учета фактических трудозатрат.

Первая частная проблема – контроль списания трудовых затрат и заработной платы на работников организации в рамках выполнения работ по каждому заказу. Фонд оплаты труда (ФОТ) работников при заключении государственных контрактов (договоров) формируется на основе расчетной (плановой) трудоемкости и базовых экономических показателей (БЭП)<sup>1</sup>, что приводит к следующему:

- если средняя заработная плата структурного подразделения, выполняющего работы, значительно ниже, чем предусмотренная БЭП величина средней заработной платы, то, несмотря на списания трудоемкости по заказу, структурное подразделение не израсходует запланированный ФОТ, и, таким образом, формируется сверхприбыль организации;
- если средняя заработная плата структурного подразделения, выполняющего работы, выше, чем предусмотренная БЭП величина средней заработной платы, то списания трудоемкости на заказ структурным подразделением приведут к полному расходованию ФОТ, при этом работы могут быть не выполнены до конца, поэтому для оплаты

оставшегося объема структурному подразделению выделенных денежных средств ФОТ недостаточно, и организация вынуждена снижать прибыль для обеспечения этой оплаты.

Таким образом, в целях обеспечения контроля трудовых затрат и равномерного распределения ФОТ производится списания фактических затрат работников с применением экспертных оценок к результатам выполнения работ, что в дальнейшем приведет к искажению статистических данных о достигнутой фактической трудоемкости.

Второй частной проблемой является некорректное формирование классификатора типовых работ, на основе которого собираются данные о фактической трудоемкости в разрезе выполненных работ. Действующий в организации классификатор может быть либо недостаточным, что не позволит отнести результат работы к конкретной типовой работе, либо избыточным, то есть для одного результата работы могут быть подобраны две и более типовые работы (это не критично, но усложняет задачу выбора и накопления статистических данных). Классификатор необходимо прорабатывать со всеми структурными подразделениями организации, потому что он является основой для апробации и внедрения системы учета фактических трудозатрат [6]. Кроме этого, классификатор не должен содержать типовые работы, характеризующие незаконченный процесс, для которого не может быть однозначно определен результат (например, согласование, участие и пр.), и, соответственно, предусматривающий возможность списания любой величины трудозатрат.

Третьей частной проблемой является занесение в формы учета данных о фактической трудоемкости идентичных плановым показателям, то есть на каждом этапе выполнения работ в систему учета работниками организации вносятся сведения о фактической трудоемкости, соответствующие плановому показателю на определенный период времени, что нередко обусловлено необходимостью к моменту завершения работ «выбрать» планируемую трудоемкость в полном объеме.

При этом в формах учета некоторых организаций отрасли предусмотрена графа «Трудоемкость по нормативам», на которую ориентируются исполнители при занесении данных о фактической трудоемкости собственных работ (табл.1).

Кроме того, организации используют нормативы трудоемкости, сформированные при отсутствии подтвержденных статистических данных, в которых величины норм трудоемкости типовых работ определены экспертным путем (на основе «многолетнего опыта» по утверждению организаций) и с достаточным запасом

<sup>1</sup> К основным БЭП относятся:

- стоимость единицы труда (СЕТ);
- уровень дополнительной заработной платы основных работников;
- уровень общепроизводственных затрат;
- уровень административно-управленческих расходов.

№ заказа	Наименование работ	Ф.И.О.	Трудоемкость	Подтверждающий документ	Пункт норматива	Трудоемкость по нормативам	Идентификационный номер документа
1	2	3	4	5	6	7	8

Табл. 1. Типовая форма по учету фактической трудоемкости одной из организаций ракетно-космической отрасли.  
Источник: составлено авторами на основе накопленных данных АО «Организация «Агат»

в большую сторону.

Таким образом, возникает ситуация, когда работник в течение месяца выполняет больший объем работ, чем планировалось (не всегда, но зачастую), однако в формы учета по фактической трудоемкости заносятся данные, соответствующие планируемому объему работы и плановой трудоемкости, чтобы не указывать действительный объем выполненных работ, который в дальнейшем снизит величину нормы, а также может привести к тому, что работнику будет запланирован больший объем работ на тот же промежуток времени.

Четвертой частной проблемой является саботирование работниками процесса занесения фактических данных по выполненным работам. Например, когда работники организации не согласны с изменениями в процессе учета фактической трудоемкости, включающего детализированную информацию по полученным ими результатам и оценки их вклада. По результатам исследований АО «Организация «Агат» также выявлено, что работники отказываются заносить данные на постоянной основе или в требуемом объеме, ссылаясь на перегруженность основной деятельностью, большие трудозатраты и потерю рабочего времени при занесении сведений.

Пятая частная проблема складывается из-за периодичности занесения данных. Например, данные в систему по учету вносят один раз в квартал или реже, что приводит уже к экспертной оценке по трудоемкости и объемам выполненной работы, так как на практике вспомнить через месяц конкретную работу и расписать рабочий день (если выполнялись несколько работ) достоверно не представляется возможным. Кроме того, часть данных, которые позволяют идентифицировать выполнение работ за прошедшие периоды, например, сведения из рабочей почты (в части отправления результатов или постановки задачи от непосредственного руководителя) или из системы электронного документооборота, могут быть удалены самим пользователем по истечении длительного периода времени или в процессе сбоя работы серверов организации. Для корректного учета фактических затрат в привязке к выполненным работам (результатам работ) необходимо занесение све-

дений в систему учета на регулярной основе.

Шестая частная проблема возникает в ситуации, когда результат выполнения работы требует проведения большого количества предварительных работ, а сам итоговый разработанный документ не содержит результаты, отражающие объем предварительных работ. Например, разработаны два идентичных документа, объем которых составляет по 10 листов формата А4, однако для первого документа предварительных расчетов было проведено на 50 листов, а для второго документа – 20 листов, а в системе учета указана идентичная величина фактической трудоемкости (в размере 0,5 чел.-мес. для каждого из документов). Таким образом, отраженная в системе учета и фактически сложившаяся трудоемкость не соответствуют друг другу, что впоследствии не позволит учесть фактор подготовительных работ и, следовательно, корректно провести дальнейшую математическую обработку данных.

#### Пути совершенствования системы учета и нормирования трудоемкости

Установление единообразных требований по учету фактической трудоемкости в организациях отрасли и автоматизация этого процесса [7] в целях нивелирования влияния человеческого фактора является наиболее подходящим способом решения общих и частных проблем.

В качестве основы для решения указанных проблем выступают рекомендованные Госкорпорацией «Роскосмос» (исх. от 30.09.2020 №ОМ-10234) временные типовые формы по учету и нормированию трудоемкости собственных работ (далее – Временные формы). При этом ведение и заполнение данных форм целесообразно осуществлять с использованием автоматизированной системы с предоставлением доступа большому числу пользователей.

Существенным ограничением для введения автоматизированной системы учета фактических трудозатрат является низкий уровень автоматизации в организациях отрасли. Большинство организаций на данный момент ведет учет фактической трудоемкости в таблицах Excel или с использованием устаревших версий или

нераспространенных видов автоматизированных информационных систем (АИС), разработанных под индивидуальные задачи, которые требуют существенных трудовых затрат для расширения/доработки их функционала.

В АО «Организация «Агат» накоплен достаточный опыт по автоматизации процесса учета фактической трудоемкости на базе программного продукта 1С. Его использование обусловлено тем, что это многофункциональная программа, позволяющая автоматизировать основные бизнес-процессы и контролировать ключевые показатели деятельности предприятия. Кроме того, программа позволяет обеспечить работоспособность используемых АИС и конфиденциальность данных вне зависимости от внешнеполитической ситуации. При этом использование программных продуктов на базе «1С» широко распространено в организациях отрасли, а, значит, и представляется возможным внедрение данного модуля в большинстве организаций.

АО «Организация «Агат» на базе 1С разработан модуль «Ресурсное планирование», интегрированный с системами «1С: Зарплата и управление персоналом», «1С: Бухгалтерия», опытная эксплуатация которого проводится с декабря 2020 года. Выходные данные модуля «Ресурсное планирование» соответствуют временным типовым формам по учету и нормированию трудоемкости собственных работ на предприятиях ракетно-космической отрасли, рекомендованных Госкорпорацией «Роскосмос (выдержка из формы А2 приведена на табл. 2).

Данный модуль опирается на три основные базы данных – справочник типовых работ, справочник результатов работ и справочник кодов затрат. При этом предусмотрена возможность оперативного дополнения, расширения данных справочников в процессе учета

фактических трудовых затрат в соответствии с разграниченным доступом к операциям. Например, дополнять и изменять справочник кодов затрат могут только работники отдела информационных технологий, выполняющие свои обязанности по указанию должностного лица, ответственного за движение денежных средств и правильность их отнесения, а вносить изменения в справочник типовых работ может только работник, назначенный в организации ответственным за актуализацию данного справочника. Дополнять справочник результатов работ могут как руководители структурных подразделений, так и отдельные работники (при необходимости). Для удобства работы предусмотрено импортирование в модуль справочника перечня результатов работ в формате .xlsx.

Суть работы модуля заключается в том, что каждый работник ежемесячно самостоятельно распределяет свое рабочее время по заказам в привязке к полученным результатам работ, а частота непосредственного внесения данных в систему определяется организацией (ежедневно, один раз в три дня, еженедельно и др.). Внесенные работниками данные должны быть подтверждены или скорректированы (при необходимости) руководителем структурного подразделения, ответственным за достоверность вносимых сведений.

Модуль позволяет получать аналитику данных по заказам, по подразделению и по работникам, формировать месячные отчеты по рекомендованным Госкорпорацией «Роскосмос» формам с возможностью их выгрузки в форматах .docx и .xlsx, что существенно упрощает и ускоряет процесс формирования отчетных данных по фактической трудоемкости.

Одной из контрольных точек учета фактических трудовых затрат является сравнение распределенного в систе-

№ Кода затрат	№ типовой работы	Наименование типовой работы	Табельный № исполнителей	Фактическая трудоемкость, чел.-час.	Разработанная документация, подтверждающая выполнение работ				
					Наименование	Дата утверждения	Уч. или дец №	Объем в листах ф. А4	Инв. №
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Итого</b>					<b>х</b>	<b>х</b>	<b>х</b>		<b>х</b>

Табл. 2. Обобщенный учет фактических трудовых затрат по структурному подразделению в разрезе типовых работ и результатов их выполнения.

Источник: составлено авторами на основе формы А2 [8]

ме рабочего времени с данными табельного учета, что исключает превышение фонда рабочего времени при внесении в систему данных о фактической трудоемкости. При интеграции с системами кадрового делопроизводства модуль позволяет автоматически устанавливать прямое соответствие отработанного (табельного) времени работников и распределенного в СУФТ. Модуль не позволяет ввести работнику данные сверх установленного на рабочий день лимита (8 часов), в дни отпуска и больничного для исключения ошибок при заполнении. Данные о сверхурочной работе вносятся на основании соответствующих приказов работниками кадровых служб, после этого работникам будет доступно распределение сверхурочных рабочих часов в системе.

Ролевая модель позволяет предоставить доступ каждому работнику организации (при наличии достаточного количества лицензий для одновременного входа) к актуальной информации о данных внесенных в АИС, в которой хранится и отображается история внесения изменений пользователями, что не может быть обеспечено при ручном учете.

Немаловажным преимуществом модуля «Ресурсное планирование» является простота и удобство его использования, исключающие необходимость длительного обучения и возможное сопротивление со стороны пользователей, связанное со сложностью освоения нового решения по автоматизации.

При этом система позволяет разрешить конфликт интересов между руководителем проекта (темы) и руководителем структурного подразделения, первому из которых важно осуществлять контроль за расходованием бюджета проекта, в т.ч. списании ФОТ и трудоемкости, а второму – обеспечить загрузку и оплату работ (услуг) подчиненных. В этих целях ответственным за формирование отчетных форм по фактической трудоемкости руководителям структурных подразделений необходимо их согласовать с руководителями проектов (поля для согласования предусмотрены в отчетных документах подразделений).

Использование вышеуказанного решения на основе 1С позволяет внедрить бизнес-процессы, которые минимизируют ошибки, обусловленные человеческим фактором, а именно:

1. Отслеживать внесение в формы не соответствующих действительности трудозатрат по запланированным, но не выполненным или не в полной мере выполненным работам;
2. Осуществлять привязку результатов выполненных работ к конкретным типовым работам (в случае использования нескольких типовых работ для получения одного результата распределять трудо-

емкость для каждой из них в отдельности);

3. Исключить внесение данных по трудоемкости на выполнение работы после даты её завершения, соответствующей дате учётного или исходящего номера документа или дате присвоения инвентарного номера;
4. Жёстко регламентировать наименования вводимых результатов работ, исключить дублирования видов и наименований результатов работ, формируемых несколькими подразделениями-исполнителями (работниками подразделений-исполнителей);
5. Проверять фактическую трудоёмкость каждого работника за период (отработанный месяц) на предмет однозначного соответствия табельному времени за соответствующий период;
6. Не допускать превышение или занижение значений фактической трудоемкости по сравнению с данными табельного учета;
7. Обязать внесение характеристик по ключевым факторам выполненных работ, необходимых для установления величин удельной трудоемкости.

Вышеописанные предложения по совершенствованию системы учета посредством автоматизации сбора данных предназначены не только для документального подтверждения фактически достигнутых показателей (трудозатраты, объем и номенклатура полученных результатов), но и для последующего нормирования трудозатрат в целях повышения точности и достоверности расчетов трудоёмкости, представляемых в составе предложений о цене на продукцию, финансируемую из бюджетных средств.

Нормирование трудоемкости базируется на математической обработке накопленных статистических данных, которую целесообразно проводить в порядке, указанном в табл. 3.

На практике в статистических данных присутствуют искажения, которые образуются из-за описанных выше частных проблем, обусловленных человеческим фактором, в том числе:

- а) Ошибки в измерении и регистрации данных (ошибки в точности измерений, некорректная регистрация данных или их внесение в базу);
- б) Номенклатура работ, указанная в формах учета трудоемкости по заказу, по своей сути не соответствует данному заказу или является работами накладного характера, что приводит к их исключению при переводе цены этапа государственного контракта из «ориентировочной» в «фиксированную»;
- в) Ошибки при заполнении сведений (в части перечней работ, результатов, количественных показате-

№ п/п	Наименование процедуры	Критерий оценки	Действия
1	Исключение полимодальности выборки Применяется к выборке удельных показателей трудозатрат или факторных признаков	Моды, определяемые: · как наиболее частая величина в выборке; · по формуле: $M_o^{расч}[x] = \frac{2,5x_{min} + x_{max}}{3,5}$	Разбиваем выборку на подвыборки на основании модальности распределения.
2	Исключение асимметрии распределения	Коэффициент асимметрии Эксцесс	Преобразуем данные, например, логарифмируем, или используем преобразования Бокса-Кокса или Джонсона
3	Приведение данных к однородному виду	Коэффициент вариации Критерий согласия	Исключаем выбросы (в соответствии с [9]), сокращаем выборку

Табл. 3. Порядок обработки накопленных (одномерных) статических данных о фактической трудоемкости.  
Источник: составлено авторами на основе анализа нормативно-правового документа [9]

лей объема и пр.) в формах по учету фактической трудоемкости обусловлены отсутствием требований и должного уровня контроля со стороны работников, ответственных за представление достоверных сведений;

г) «Загрязнения» данных, которые происходят в том случае, когда небольшую часть данных считают полученной из другой совокупности (например, для определенного типа документа используют данные, полученные из иных типов документов, направлений и т.д.) или осуществлено преднамеренное искажение (завышение или занижение) результатов;

д) Набор данных считают отобранным из нормального распределения, но он может иметь сильно асимметричное распределение (например, экспоненциальное или логнормальное) или быть симметричным, но иметь тяжелые хвосты (наблюдения, далеко отстоящие от медианы распределения, могут быть ошибочно приняты за выбросы).

Таким образом, при наличии искажений в статических данных (например, полученных вследствие некорректной регистрации данных) в процессе установления величины нормы трудоемкости для типовой работы получаются несколько диапазонов величин удельной нормы трудоемкости, например, со значениями в интервалах от 7 до 10 чел-час и от 40 до 50 чел-час. Что, в свою очередь, приводит к необходимости учета дополнительных факторов, которые позволят установить нормы трудоемкости для одной типовой работы по различным направлениям (например, гражданская и боевая техника) или необходимость разделения типовой работы на несколько отдельных работ более низкого

уровня детализации, величины норм трудоемкости которых будут определяться по каждому интервалу в отдельности.

По результатам математической обработки данных проводится определение норм времени с использованием одного из методов формирования нормативов трудоемкости среди которых метод типовых работ, метод корреляционно-регрессионного анализа, методы на основе аналогов и пр.

Нормативы трудоемкости, сформированные с использованием одного из вышеперечисленных методов, подлежат проверке на предмет их качества и эффективности [10]. Основными критериями являются:

1. Исключение (пересмотр) несбалансированных величин норм трудоемкости по результатам анализа идентичных по характеру типовых операций и работ, сопутствующих типовым по разработке документации (по внесению изменений, согласованию и др.) в части величин норм трудоемкости и применяемых к ним корректирующих коэффициентов;
2. Оценка равнонапряжённости норм трудоемкости по результатам анализа схожих (подобных) типовых работ или работ, выполняемых на различных этапах (стадиях) жизненного цикла в части величин норм трудоемкости и применяемых к ним корректирующих коэффициентов;
3. Оценка достаточности и корректности установленных категорий корректирующих коэффициентов по результатам анализа сформированных для каждой категории интервалов значений корректирующих коэффициентов.

По итогам анализа выполнения критериев № 1 и №2

производится установление сбалансированных величин норм трудоемкости и корректирующих коэффициентов, а для критерия №3 изменения осуществляются путем уточнения количества категорий корректирующих коэффициентов и характеристик для каждой категории, например, с использованием параметрических показателей.

### Заключение

В статье систематизированы общие и частные проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией СУФТ, по результатам анализа которых выработаны пути совершенствования системы учета и нормирования труда.

Во-первых, корректное управление трудовыми ресурсами в части управления затратами рабочего времени на выполнение работниками задач осуществимо только с использованием правильно выстроенной системы

учета фактических трудозатрат в организации.

Во-вторых, для минимизации влияния рассмотренных проблем организациям отрасли необходимо внедрять прогрессивную, автоматизированную систему учета фактической трудоемкости, которая обеспечивает хранение информации по всей номенклатуре результатов работ, сведений о нормообразующих факторах и характеристиках выполненных работ, необходимых для установления категорий корректирующих коэффициентов и усредненных значений для каждой категории.

При этом внедрение решений по автоматизации учета фактической трудоемкости, охватывающих всю отрасль, позволит достигнуть системности в организации процессов и повысить точность и достоверность материалов по обоснованию трудоемкости, представляемых в составе предложений о цене на продукцию, финансируемую из бюджетных средств.

### Список литературы

1. Белый Е.М., Зимина Л.Ю., Байгулова А.А. «Экономика предприятия»: Учебное пособие. / Под ред. Алексеева Ю.С. – «КноРус», 2015 – 175 с.
2. Бычин В.Б., Малинин С.В. «Нормирование труда»: Учебник. / Под ред. Ю.Г. Одегова. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 320 с.
3. Постановление Правительства РФ от 19.01.1998г. №47 «О Правилах ведения организациями, выполняющими государственный заказ за счет средств федерального бюджета, раздельного учета результатов финансово-хозяйственной деятельности».
4. Генкин Б. М. «Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях»: Учебник для вузов. – М.: Издательство НОРМА, 2003. – 400 с.
5. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ, Статья 160.
6. Приказ Госкорпорации «Роскосмос» от 23.12.2019 № 440 «Об утверждении Методических рекомендаций по взаимодействию структурных подразделений Госкорпорации «Роскосмос» и организаций Госкорпорации «Роскосмос», участвующих в подготовке расчетно-калькуляционных материалов по обоснованию цен, а также по их взаимодействию в сфере ценообразования на продукцию, поставляемую по государственному оборонному заказу, с федеральными органами исполнительной власти и отраслевыми».
7. Концепция информатизации Роскосмоса (2010 – 2015 гг.) (утв. Федеральным космическим агентством 1 марта 2010 г.), Статья 6.
8. Письмо Госкорпорации «Роскосмос» от 30.09.2020 № ОМ-10234 «О направлении временных типовых форм по учету и нормированию трудоемкости».
9. ГОСТ Р ИСО 16269-4-2017 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Часть 4. Выявление и обработка выбросов», утв. и введенный в действие приказом Росстандарта России от 10.08.2017 № 865-ст.
10. Постановление Госкомтруда СССР, Президиума ВЦСПС от 19.06.1986 N 226/П-6 «Об утверждении Положения об организации нормирования труда в народном хозяйстве».

**List of literature**

1. Bely E.M., Zimina L.Yu., Baigulova A.A. «Enterprise economics»: Textbook. / Ed . Alekseeva Yu.S. – «KnoRus», 2015 – 175 p.
2. Bychin V.B., Malinin S.V. «Labor rationing»: Textbook. / Edited by Yu.G. Odegov. – M.: Publishing house «Exam», 2003. – 320 p.
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 47 dated 19.01.1998 «On the Rules for organizations Performing state orders at the expense of the Federal Budget, separate accounting of the results of financial and economic activities».
4. Genkin B. M. «Organization, rationing and remuneration of labor at industrial enterprises»: Textbook for universities. – M.: NORM Publishing House, 2003. – 400 p.
5. Labor Code of the Russian Federation of December 30, 2001 N 197-FZ, Article 160.
6. Order of the State Corporation «Roscosmos» dated December 23, 2019 No. 440 «On approval of Methodological recommendations on the interaction of structural divisions of the State Corporation «Roscosmos» and organizations of the State Corporation «Roscosmos» involved in the preparation of calculation materials on the justification of prices, as well as on their interaction in the field of pricing for products supplied under the state defense order, with federal authorities executive power and industry».
7. The concept of informatization of Roscosmos (2010-2015) (approved by the Federal Space Agency on March 1, 2010), Article 6.
8. Letter of the State Corporation «Roscosmos» dated 30.09.2020 No. OM-10234 «On the direction of temporary standard forms for accounting and rationing of labor intensity».
9. GOST R ISO 16269-4-2017 «Statistical methods. Statistical representation of data. Part 4. Identification and processing of emissions», approved and put into effect by Order of Rosstandart of Russia dated 10.08.2017 No. 865-Article.
10. Resolution of the State Committee of Labor of the USSR, the Presidium of the Central Executive Committee of 19.06.1986 N 226/P-6 «On approval of the Regulations on the organization of labor rationing in the national economy».

Рукопись получена: 22.08.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023



## ЧИТАЙТЕ В НАУЧНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ «ЭКОНОМИКА КОСМОСА»

## 1 номер 2022 год

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

- Мотивационное ценообразование

## УПРАВЛЕНИЕ

- Методология проектного управления в отечественной ракетно-космической отрасли
- Регламентация бизнес-процессов как механизм повышения эффективности хозяйственной деятельности хозяйствующих субъектов

## ПЛАНИРОВАНИЕ

- К вопросу об адаптации 40 методов программноцелевого планирования научно-технических программ союзного государства в области космической деятельности к информационной интерактивной среде
- О направлениях повышения точности техникоэкономических оценок на начальных этапах реализации космических проектов

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

- Интеллектуальная собственность и зачем она нужна

## АНАЛИТИКА

- Экономические аспекты перехода к многоразовым средствам выведения
- Анализ эффективности периферийных пусковых услуг выведения полезных нагрузок малым разгонным блоком «БОТ»

## ОТРАСЛЬ

- Нормирование прибыли как инструмента государственного регулирования цен в России и других странах
- Экономическое моделирование затрат на запуск космической системы

## 3 номер 2023 год

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

- Основные изменения законодательства о закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц за 2022-2023 года

## УПРАВЛЕНИЕ

- Предложения по совершенствованию организационно-экономического инструментария, механизмов и аудита достижения целей стратегического развития ракетно-космической промышленности в периметре Госкорпорации «Роскосмос»

## ПЛАНИРОВАНИЕ

- К вопросу о необходимости экономической реновации кадрового научного потенциала высокотехнологических отраслей промышленности: причины, состояние, решения

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

- Модели коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, созданных ОПК
- Внедрение программно-технологической системы «Учет государственного имущества»

## АНАЛИТИКА

- Менеджмент в инновационной деятельности, продвижение инноваций, результативность и показатели оценки

## ОТРАСЛЬ

- К вопросу о «новой эре» коммерциализации космоса
- Отбор потенциальных продуктов малотоннажной химии и формирование бизнес-плана инвестиционного проекта для АО «СХЗ»

## 2 номер 2022 год

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

- Цифровое моделирование и имитирование систем аэрокосмического производства с целью управления операционной эффективностью
- О некоторых актуальных задачах экономики и управления в ракетно-космической отрасли

## УПРАВЛЕНИЕ

- 7 спутников эффективной мотивации
- Новые подходы к осуществлению закупок в ракетно-космической отрасли в условиях действия санкций в отношении Российской Федерации

## ПЛАНИРОВАНИЕ

- Опыт реализации и перспективы коммерческих целевых работ на пилотируемых космических комплексах
- Практические аспекты организации автоматизации бизнес-процессов менеджмента

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

- Патентная аналитика – инструмент для развития направлений диверсификации

## АНАЛИТИКА

- Роль тиражируемых решений в автоматизации финансово-хозяйственной деятельности предприятий отрасли
- Оценка экономического эффекта от программ, реализуемых в ракетно-космической отрасли, на основе таблицы «затраты-выпуск»

## ОТРАСЛЬ

- О роли многоразовых транспортных средств в условиях организации космического производства

## 4 номер 2023 год

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

- Экономическая безопасность, риски при выборе контрагентов и как их избежать

## УПРАВЛЕНИЕ

- Практика внедрения процессного подхода в АО «НПО Лавочкина»
- Оценка должности (грейдинг) – объективный и прозрачный инструмент определения ценности должности в структуре Организации

## ПЛАНИРОВАНИЕ

- Практика формирования офисов проектов по созданию ракетно-космической техники
- Методический подход к предварительной оценке экономической целесообразности использования композитных материалов в условиях предпроектных исследований

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

- Создание модуля программно-технологической системы программно-целевого планирования, обеспечивающего определение приоритетов реализации целевых работ на Международной космической станции.

## АНАЛИТИКА

- Корпоративная нефинансовая отчетность как индикатор социальной ответственности и устойчивого развития производственного предприятия

## ОТРАСЛЬ

- Новые горизонты космической деятельности России
- Отбор потенциальных продуктов малотоннажной химии и формирование бизнес-плана инвестиционного проекта для АО «СХЗ». ЧАСТЬ 2-ая

## 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](http://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](http://www.agat-roscosmos.ru) · Печать: ООО «КОНСТАНТА», 308519, Белгородская область, Белгородский район, пос. Северный, ул. Берёзовая, 1/12, тел. +7 (4722) 300-720 · Выходит 4 раза в год · Распространяется бесплатно · Подписано в печать 28.09.2023. 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», 2023. Контактную информацию об авторах для переписки можно получить в редакции журнала по электронной почте [space-economics@agat-roscosmos.ru](mailto: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.

**Кошлаков 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.с.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, лауреат государственной премии

**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.** – Исполнительный директор – 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 3(5)  
2023



Журнал  
доступен  
On-line



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