

# ЭКОНОМИКА КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В.Б. Уваров

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МКС: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Академику Виктору Павловичу Легостаеву  
посвящается

**Аннотация.** Работа посвящена изучению условий для эффективного развития космической инфраструктуры как компоненты новой космической экономики. Предмет анализа - место и роль, которую играют пилотируемые орбитальные комплексы, в частности, Международная космическая станция (МКС), в создании технологических инноваций, применимых, в том числе, в «земной» экономике. Особое внимание уделяется анализу существующих подходов к коммерциализации результатов научных исследований, выполняемых на МКС, а также оценке перспектив трансфера современных зарубежных организационных и управленческих решений в этой области в российскую космическую отрасль. Для решения поставленных задач использовались общенаучные методы и приемы исследования – анализ, синтез, обобщение, компаративные подходы. Выявлены основные проблемы и возможности повышения эффективности использования российского сегмента МКС и ускорения темпов коммерциализации научных исследований. На примере космического эксперимента «Органавт» (Organaut), подготовленного в интересах частной компании, продемонстрирована практическая возможность трансфера в отечественную практику современных международных технологических решений по ускорению темпов приращения космической инфраструктуры. Сделан вывод о необходимости сокращения бюрократического цикла подготовки космических экспериментов и целесообразности учреждения специального института развития вне периметра ГК «Роскосмос».

**Ключевые слова:** Международная космическая станция, МКС, Космическая экономика, Космическая деятельность, Коммерциализация, Американский сегмент МКС, Российский сегмент МКС, Национальная лаборатория США, НАСА, Кибо.

**Abstract.** This work is devoted to studying the conditions for efficient development of the space infrastructure as a component the new space economy. The subject of the analysis is the place and role played by the manned orbital complexes, including the International Space Stations (ISS), in creation of technological innovations that can also be implemented in the “earth” economy. Special attention is given to the analysis of current approaches towards commercialization of the results of scientific research conducted on the ISS, as well as assessment of prospects of transfer of modern foreign organizational and administrative solutions in this area to the Russian space industry. On the example of the space experiment “Organaut”, prepared for the interests of a private company, the author demonstrates the practical possibility of transfer of modern international technological solutions on expediting the tempos of expansion of the space infrastructure into Russian practice. A conclusion is made on the need to reduce the bureaucratic cycle of preparation of space experiments and reasonableness of implementation of special institution of development outside the perimeter GK “Roskosmos”.

**Keywords:** International Space Station, ISS, Space Economy, Space Activity, Commercialization, US Orbital Segment, Russian Orbital Segment, US National Laboratory, NASA, Kibo.

## Введение

**П**овышение эффективности использования уникальных объектов космической инфраструктуры является актуальной задачей для космической экономики. Предмет настоящей работы - место и роль, которую играют пилотируемые орбитальные комплексы, в частности, Международная космическая станция (МКС) в создании технологических инноваций, имеющих самое широкое применение. Особое внимание уделяется анализу существующих подходов к коммерциализации результатов научных исследований, выполняемых на МКС, а также оценке перспектив трансфера современных зарубежных организационных и управленческих решений в этой области в российскую космическую отрасль.

## Зарубежные подходы к повышению эффективности использования потенциала МКС

Идея расширения потенциала использования пилотируемых орбитальных комплексов за счет проведения научных экспериментов в интересах бизнеса была впервые выдвинута более десяти лет назад. В 2005 году Конгресс США наделил американский сегмент Международной космической станции (МКС) статусом *национальной лаборатории* (International Space Station U.S. National Laboratory) и поставил перед NASA задачу сделать МКС «доступной для использования государственными и частными организациями» [1]. По мнению NASA, миссией национальной лаборатории должна была стать максимизация *ценности* (value) инвестиций, сделанных американским обществом в развитие собственного сегмента МКС. По заказу агентства анализ необходимых управленческих решений был выполнен независимой консалтинговой компанией ProOrbis LLC, известной своими технологиями «упаковки» высокотехнологичных активов для повышения стоимости отдачи от их использования. В основу модели легли три базовых принципа [2]:

- Концепция национальной лаборатории - это новая возможность расширить экономику США в области космических исследований, прикладных программ и операций;

- Международная космическая станция - это одновременно уникальный и понятный актив с *избыточным* потенциалом, доступным для широкого спектра применения;
- Агентство NASA *продолжит финансировать* операционные расходы на эксплуатацию и обслуживание МКС, что станет дополнительным мотивом для государственных организаций и структур бизнеса в развитии сотрудничества.

В 2011 году по решению NASA единственным оператором национальной лаборатории был выбран некоммерческий Центр по продвижению науки в космосе (Center for the Advancement of Science in Space - CASIS). Основными задачами Центра CASIS стали:

- обеспечение максимальной загрузки национальной лаборатории, в том числе, на основе перспективного планирования;
- выполнение функции технологического, информационного и правового интерфейса с агентством NASA;
- тщательный отбор экспериментов с одновременным привлечением средств частных инвесторов.

Формально, для своих клиентов CASIS является организацией-посредником при реализации их научно-исследовательских экспериментов на МКС и не обладает правами на их результаты. На текущие расходы CASIS из бюджета NASA выделяется 15 млн. долл. в год, из которых 3 млн. долл. могут быть направлены на гранты новым пользователям лаборатории МКС [3]. При этом использование МКС заинтересованными государственными организациями и частными компаниями в качестве национальной лаборатории также субсидируется NASA в части доставки/возвращения грузов на МКС и самих работ по проведению исследований на борту. По состоянию на июль 2017 года общий объем бюджетных субсидий на эти цели превысил 95,9 млн. долларов США [4].

Для расширения экономической активности на околоземной орбите CASIS планирует довести к 2025 году уровень прибыли от коммерческого использования возможностей национальной лаборатории до 4 млрд. долларов США, что равняется текущим расходам NASA на поддержание функционирования американского сегмента

МКС. Фактически, планируется достижение точки безубыточности, что, возможно, будет способствовать продлению ресурса МКС, либо станет стимулом для создания частной орбитальной платформы после прекращения функционирования МКС. Кроме того, запланировано обеспечить объем инвестиций в коммерческие проекты на МКС (затем - на новой пилотируемой окололунной платформе Deep Space Gateway) до 100 млн. долл. США в год.

Все эти решения нацелены также на получение не только позитивных экономических, но и социальных эффектов. В частности, по данным Национальных академий науки, инженерии и медицины США (The U.S. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine), предполагается, что уровень осведомленности населения США и его положительного отношения к такого рода проектам достигнет 50%, а в популяризации космической деятельности в области науки и технологий будет вовлечено не менее 2 млн. студентов американских вузов [5].

В 2015 году в рамках открытой платформы данных по инновационной политике (The Innovation Policy Platform), которую ОЭСР развивает совместно с Всемирным банком, была создана технологическая подсистема «Космический форум ОЭСР» (OECD Space Forum) [6], нацеленная на оказание помощи правительствам государств-членов, космическим агентствам и частному сектору в получении более достоверных статистических данных при изучении экономической значимости космической инфраструктуры, ее роли в инновациях и потенциального воздействия на экономику в целом. Ключевая идея проекта исходит из представления о резком росте темпов развития *космической экономики*, что требует особого внимания к вопросам коммерциализации космической деятельности и поиску условий эффективного трансфера технологий [7].

В этой связи, в 2015 году корпорация Airbus Defence & Space (Airbus DS) выступила с предложением о создании аналогичного американскому европейского проекта национальной лаборатории МКС [8]. Таким образом, если в США идея привлечь организацию из бизнеса была реализована с позиции государственного агентства, то в случае с Airbus DS бизнес сам предложил свои услуги. В обоих случаях в качестве пути решения

проблемы предполагается использовать организацию вне периметра традиционной структуры, отвечающей за эксплуатацию МКС; при этом сама идея расширения возможностей использования МКС как элемента ускорения космической экономики не вызывает сомнения.

Инициативы в отношении более эффективного использования МКС реализуют и японские партнеры. Давление общественного мнения, выражающегося в требовании подтверждения практической пользы от исследований в космосе, вынуждает Японское агентство аэрокосмических исследований (Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA) искать более эффективные модели управления и создавать стимулы для расширения участия частного сектора в космической деятельности [9]. Одним из решений стало размещение на американском сегменте МКС японского экспериментального модуля Kibo (2008), который изначально был разработан JAXA в качестве научной лаборатории, доступной для коммерческого использования. Привлекательность Kibo заключается в возможности проводить эксперименты как на борту (герметичный отсек, оборудованный стандартными стойками для размещения полезной научной нагрузки), так и в открытом космосе (открытый отсек с платформой для проведения исследований в условиях космического вакуума). Для перемещения научного оборудования между двумя частями Kibo используется воздушный шлюз и дистанционный манипулятор.

Координатором коммерческого использования Kibo является корпорация «Японские пилотируемые космические системы» (Japan Manned Space Systems Corporation - JAMSS), которая была вовлечена в проект по созданию этого экспериментального модуля с момента своего возникновения в 1990 году. Корпорация JAMSS является единственной структурой в Азии, способной самостоятельно осуществить все этапы космического эксперимента, и оказывает поддержку компаниям, исследовательским институтам и представителям частного сектора в подготовке и проведении научных исследований на Kibo [10].

На сегодняшний день МКС представляет собой структурированную платформу для проведения передовых научных исследований в условиях экстремальных состояний, практически недостижимых на Земле (микрогравитация, чрезвычайно

высокие и низкие температуры, космический вакуум и высокий уровень космического излучения). Кроме того, МКС обеспечивает уникальные возможности для продолжительных наблюдений за поверхностью и атмосферой Земли. Вследствие этих особенностей, объективно сложились четыре основных кластера научных исследований, реализуемых на МКС:

(1) *технологии улучшения здоровья людей*: генетические исследования, стволовые клетки и протеиновые кристаллы, модели опухолевой активности, болезни опорно-двигательного аппарата, синтетические мышечные ткани, использование биологических чипов для целей диагностики, разработки новых лекарственных препаратов и систем их доставки;

(2) *расширение представлений о физико-химических процессах и создание веществ с заданными свойствами*: особенности горения в вакууме, термокапиллярная циркуляция и электронная диффузия, физика плазмы, технологии послонной печати, новые микрогравитационные и промышленные материалы, тонкие пленки и наночастицы;

(3) *новые решения в области дистанционного зондирования Земли*: глобальные системы измерения концентрации веществ и переноса примесей, измерения скорости движения воздушных масс, отработка методов улучшения пространственного разрешения и навигации;

(4) *инициативы в области технологических инноваций*: операционные системы реального времени для встраиваемых микропроцессорных устройств, компактные суперкомпьютерные кластеры, микропроцессоры с адаптивной отказоустойчивостью, гиперинтегрированные системы связи.

В рамках проекта NASA/CASIS любой квалифицированный исследователь, в том числе, работающий вне периметра космической отрасли, может получить доступ к ресурсам национальной лаборатории, если продемонстрирует актуальность и состоятельность своего научного эксперимента. При этом формальные требования сведены к минимуму: помимо стандартных весогабаритных ограничений, требований по электрической мощности и сертификации узлов соединений и блоков коммутации, остальной дизайн научного прибора зависит только от

требований и пожеланий самого заказчика. Для сбора, обработки и передачи экспериментальных данных используется открытая платформа прикладного программного обеспечения.

### **Перспективы коммерциализации научных экспериментов на российском сегменте МКС**

Развитие коммерческих экспериментов на российском сегменте МКС является одним из важных инструментов решения задачи минимизации государственных расходов на обслуживающие станции [11, 12].

В настоящее время порядок планирования подготовки и проведения научных экспериментов на российском сегменте МКС установлен ГОСТ Р 52017-2003 «Аппараты космические. Порядок подготовки и проведения космического эксперимента» [13], который в силу масштабы требований к надежности приборной базы, а также необходимости согласования множества регламентирующих документов, носит, фактически, запретительный характер для организаций, находящихся вне периметра ГК «Роскосмос».

В 2016 году корпорацией РКК «Энергия» была принята вторая редакция Справочника пользователя РС МКС для интеграции научной аппаратуры постановщикам экспериментов и разработчикам полезных нагрузок, который во многом повторяет требования ГОСТ 2003 года [14]. На практике средние сроки подготовки к проведению экспериментов на российском сегменте МКС превышают 4 года, что нередко приводит к потере научной и/или практической значимости заявленных исследований, изменению технических или финансовых условий реализации проекта, а также отсутствию актуальной заявочной документации.

В Российской Федерации с 1999 года научные эксперименты на пилотируемых орбитальных комплексах выполняются в рамках долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов. Несмотря на традиционное участие в реализации программы организаций Российской академии наук, по существу, она является внутренним документом ГК «Роскосмос». Долгосрочная программа пересматривается на регулярной основе, в нее также вносятся необ-

ходимые текущие изменения и дополнения. В силу громоздкости административных механизмов согласования и сложности оформления необходимых документов значительная часть экспериментов систематически переносится по срокам или выводится из программы. Например, почти половина экспериментов (104) из базовой Долгосрочной программы 1999 года были перенесены в «обновленную» Долгосрочную программу 2008 года.

В ноябре 2016 года была принята очередная версия Долгосрочной программы, согласно которой на период 2016-2024 гг. запланировано проведение свыше 200 научно-прикладных исследований и экспериментов. Инициаторами этих проектов являются исключительно структуры государственного сектора: организации ГК «Роскосмос», около двух десятков федеральных государственных бюджетных учреждений науки, а также несколько акционерных обществ с государственным участием [15]. Динамика запланированных, завершенных и прекращенных экспериментов приведена в Таблице 1.

Российский сегмент МКС обладает большим потенциалом обновления и развития [16]. Однако анализ материалов Долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на РС МКС до 2024 года (Версия 2016), показывает, что по целому ряду научных направлений исследовательский потенциал российского сегмента МКС используется недостаточно. Темпы ежегодного прироста научных исследований на российском сегменте МКС примерно на порядок уступают аналогичным показателям американского сегмента [17]. Точная информация о количестве российских экспериментов отсутствует. Согласно данным РКК «Энергия», на МКС за период 2000-2016 гг. было завершено выполнение 83 экспериментов, еще 195 экспериментов находились в разной степени реализации или подготовки на Земле [18]. По экспертным оценкам, на фоне примерно 3 тыс. научных экспериментов, проведенных NASA, число российских экспериментов не превышает 400 единиц [19, 20].

Как уже отмечалось, одной из причин, затрудняющих возможности расширения науч-

Таблица 1

## Запланированные, завершенные и прекращенные научно-прикладные исследования, и эксперименты на российском сегменте МКС

Направления исследований	Научно-прикладные исследования и эксперименты		
	Запланированные	Завершенные	Прекращенные*
Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса	26	1	3
Исследования Земли и космоса	41	16	8
Человек в космосе	31	22	-
Космические биология и биотехнология	32	20	15
Технологии освоения космического пространства	55	14	3
Образование и популяризация космических исследований	15	5	-

\* Выведены из Долгосрочной программы, версия 2008.

Источник: Долгосрочная программа научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на РС МКС до 2024 года. Версия 2016. Таблица 1.1 – Таблица 1.6, Таблица 2.1, Таблица А.

ного использования российского сегмента МКС на коммерческой основе, являются требования ГОСТ Р 52017-2003, предписывающие постановщикам научных экспериментов самостоятельно оформлять заявительную и разрешительную документацию и самостоятельно адаптировать научные приборы и оборудование к требованиям надежности и работоспособности на уровне перспективных военных разработок. Такой подход ограничивает возможности расширения круга потенциальных участников и бенефициаров космических экспериментов, а также перспективы коммерциализации их результатов.

Расширение космического научного задела является важным аргументом развития российской пилотируемой космонавтики. Для изменения сложившейся ситуации ГК «Роскосмос» принял решение о подготовке новой редакции ГОСТ Р 52017-2003, возложив в 2015 году техническую и технологическую организацию работ по проведению научных экспериментов в космосе на ЦНИИмаш. Однако внятная организационная и бизнес-модель этой деятельности еще не сложилась.

Практически единственным примером частного космического научного эксперимента, запланированного на российском сегменте МКС, стал проект магнитного биопринтера «Органавт» (Organaut), лаборатории биотехнологических исследований 3D Bioprinting Solutions частной медицинской компании ИНВИТРО [21]. Речь идет о технологии производства живых тканей методом формирования тканевых заготовок в магнитном поле в условиях невесомости. Благодаря поддержке работников центрального аппарата ГК «Роскосмос» и Инновационного центра «Сколково», буквально, «в ручном режиме», удалось пройти все этапы постановки и согласования космического эксперимента, сократив время его подготовки примерно в два раза.

Еще одним достижением проекта стал отказ 3D Bioprinting Solutions от приобретения патента США с ориентацией на использование результатов уже включенного в Долгосрочную программу эксперимента ОИВТ РАН с шифром «Кулоновский кристалл», связанного с изучением движения систем частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации. Научная актуаль-

ность поставленной проблемы подтверждается тем обстоятельством, что агентство NASA занимается активным продвижением коммерческих исследований в области физиологии человека, в том числе, в рамках национальной космической лаборатории. В частности, агентство совместно с некоммерческой организацией Фонд Мафусаила объявило конкурс научных разработок (завершится во второй половине 2018), по результатам которого три победителя получат 500 тыс. долларов США за демонстрацию возможностей технологии производства на МКС метаболических проводящих тканей (тканей на сосудистой ножке) человеческих органов толщиной порядка 1 см [22]. Таким образом, в процессе подготовки эксперимента «Органавт» была продемонстрирована эффективность использования в российских условиях организационных подходов NASA/CASIS к коммерциализации научной деятельности на МКС.

Частный успех подготовки эксперимента «Органавт» существенно не повлиял на изменение общих принципов планирования научной космической деятельности. Тем не менее, осенью 2017 года ГК «Роскосмос» и РАН утвердили совместный «План мероприятий по повышению эффективности использования МКС, в том числе на коммерческих условиях». Этот ведомственный документ нацелен на снижение барьеров допуска частных компаний и предполагает, в частности, ускоренную подготовку новой редакции ГОСТ, которую планируется завершить в первой половине 2018 года [12].

### Заключение

Глобальный объем космической экономики превысил в 2016 году сумму в 329 млрд. долларов США и последние несколько лет растет темпами, превышающими 7% в год, при этом *коммерческая активность* в космосе составляет примерно 76% от всей космической экономики и достигает величин порядка 253 млрд. долларов США [23]. Сегодня в США, ЕС и странах ОЭСР программы пилотируемых полетов рассматриваются не только в качестве существенного элемента развития новой экономики, но и как важный ресурс обеспечения национальной безопасности в постиндустриальную эпоху, серьезный внешне-

политический инструмент современной «мягкой силы» [24, 25].

Очевидно, что создание условий для повышения эффективности использования МКС и коммерциализации космических экспериментов является лишь одним из локальных направлений в комплексе сложнейших задач по модернизации российской ракетно-космической отрасли. Тем не менее, этот частный вопрос отражает многие существенные грани более общей проблемы, связанной с сохранением доли участия Российской Федерации в меняющемся международном космическом разделении труда в XXI веке. Нарастающая международная конкуренция в космическом секторе, активизация поддержки государствами своих национальных частных компаний в этой сфере, развитие коммерческой космической инфраструктуры создают уникальную комбинацию рисков и возможностей для России [26, 27]. В этой связи коммерциализация РС МКС должна рассматриваться как вовлечение новых участников, которые, в свою очередь, сами могут получить пользу от использования МКС и, как следствие, принести социально-экономический эффект для страны в целом.

Современный международный опыт свидетельствует, что на этом пути главную роль играют принципы транспарентности и макси-

мального расширения круга участников космической деятельности. С организационной и технологической точки зрения необходимы быстрые шаги по созданию открытой платформы данных по космической экономике и науке, переработке нормативной базы, регулирующей проведение научной космической деятельности и координацию всех работ в специальном отраслевом институте развития вне традиционного периметра ГК «Роскосмос».

Накопленные технологии коммерциализации функционирования МКС свидетельствуют, что сокращение сроков бюрократического цикла, быстрая «переупаковка» уже имеющихся ресурсов, использование адаптивных методов управления проектами открывают возможность обеспечить качественный прирост отечественной космической научной инфраструктуры. Стимулирование частной инициативы в ключевом инновационном секторе российской экономики станет одним из возможных механизмов перехода от сокращающихся бюджетных субсидий к перспективным программам инвестирования, ускорения темпов самокупаемости российской космической деятельности. И, как следствие, сохранения передовых позиций России как глобальной космической державы.

### Библиография

1. National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2005. Public Law №109-155. Dec. 30, 2005. URL: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-109publ155/pdf/PLAW-109publ155.pdf> (дата обращения: 01.12.2017).
2. Reference Model for the International Space Station U.S. National Laboratory. ProOrbis LLC, September 20, 2010. – 135 p.
3. Request for Proposals No. CASIS 2015-2. Earth Observation to Benefit Energy Technology. Issuance Date: October 14, 2014. URL: [http://www.iss-casis.org/files/RFP\\_CASIS\\_2015-2\\_Earth\\_Observation\\_to\\_Benefit\\_Energy\\_Technology\\_v1-02.pdf](http://www.iss-casis.org/files/RFP_CASIS_2015-2_Earth_Observation_to_Benefit_Energy_Technology_v1-02.pdf) (дата обращения: 01.12.2017).
4. Cooperative Agreement NASA and Center for the Advancement of Science in Space, Inc. / Federal Contract №NNH11CD70A. URL: <https://govtribe.com/contract/award/nnh11cd70a> (дата обращения: 01.12.2017).
5. ISS Transition and Deep Space Gateway Concept / S. Scimemi. Committee on Biological and Physical Sciences in Space Irvine, CA. November 2017. URL: [http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/ssbsite/documents/webpage/ssb\\_183281.pdf](http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/ssbsite/documents/webpage/ssb_183281.pdf) (дата обращения: 01.12.2017).
6. OECD Space Forum. URL: <https://www.innovationpolicyplatform.org/oecd-space-forum> (дата обращения: 01.12.2017).
7. The Space Economy at a Glance 2014. Paris: OECD Publishing, 2014. – 146 p.

8. Da Costa R., Mirra C. Evolution of the ISS: Partnerships that Enhance Utilization // Международная конференция «Пилотируемое освоение космоса» | Московская область, город Королев, 24-26 мая 2016. М.: Эко-пресс, 2016. С. 260.
9. To become a National Research and Development Agency. Message from president of JAXA. April 2015. URL: <http://global.jaxa.jp/about/president/index.html> (дата обращения: 01.12.2017).
10. JAMSS. Coordination of Your Experiments on the International Space Station. URL: [http://www.jamss.co.jp/en/business/iss\\_experiment.html](http://www.jamss.co.jp/en/business/iss_experiment.html) (дата обращения: 01.12.2017).
11. Роскосмос. Обсуждение стратегии развития Госкорпорации. 13 марта 2017 г. URL: <https://www.roscosmos.ru/23380/> (дата обращения: 01.12.2017).
12. Струговец Д. Наука придет на МКС. «Роскосмос» упрощает требования для желающих провести эксперимент в космосе // Известия. 13 октября 2017 г. URL: <https://iz.ru/648319/dmitrii-strugovets/nauka-pridet-na-mks> (дата обращения: 01.12.2017).
13. ГОСТ Р 52017-2003 Аппараты космические. Порядок подготовки и проведения космического эксперимента. Введен в действие постановлением Госстандарта России от 18 февраля 2003 г. №54-ст.
14. Российский сегмент МКС. Справочник пользователя. Королев: Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королева, 2016. – 191 с. URL: [https://www.energia.ru/ru/iss/researches/iss\\_rs\\_guide.pdf](https://www.energia.ru/ru/iss/researches/iss_rs_guide.pdf) (дата обращения: 01.12.2017).
15. Долгосрочная программа научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на РС МКС до 2024 года. Версия 2016. РАН, ГК «Роскосмос». М., 2016. – 112 с. URL: <http://knts.tsniimash.ru/ru/src/Files/dp.pdf> (дата обращения: 01.12.2017).
16. Легостаев В.П., Марков А.В., Сорокин И.В. Целевое использование российского сегмента МКС: значимые научные результаты и перспективы // Космическая техника и технология. 2013. №2. С. 3-18.
17. Турышев В.Г. Пилотируемые орбитальные комплексы: как сделать деньги из вакуума. Калифорнийский университет США. // Материалы Международного форума по коммерческой космонавтике InSpace Forum, Москва, 4 марта 2016 г.
18. «Роскосмос» упрощает условия проведения экспериментов на МКС // Geektimes. 15 октября 2017. URL: <https://geektimes.ru/post/294391/> (дата обращения: 01.12.2017).
19. Соловьев В.А. Проведение научных исследований на космических кораблях и орбитальных станциях. URL: <http://mfk.msu.ru/attachment/114/lecture7.pdf> (дата обращения: 01.12.2017).
20. Соловьев В.А. Почти 200 новых экспериментов проведут на МКС // РИА-Новости. 30 сентября 2015.
21. D Bioprinting Solutions. URL: <http://www.bioprinting.ru/> (дата обращения: 01.12.2017).
22. New Organ. Vascular Tissue Challenge Official Rules. The Methuselah Foundation. June 13, 2016. – 10 p.
23. The Space Report 2017: The Authoritative Guide to Global Space Activity. Colorado Springs, CO: The Space Foundation, 2017. – 66 p.
24. Economic Development of Low Earth Orbit / Ed. P. Besha, A. MacDonald. NP-2016-03-2140-HQ. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, 2016. – 131 p.
25. Pathways to Exploration: Rationales and Approaches for a U.S. Program of Human Space Exploration. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. – 279 p.
26. Яник А.А. Особенности коммерциализации результатов исследований и разработок частного сектора для NASA: опыт Программы инновационных исследований малого бизнеса (SBIR) // Исследования космоса. 2017. №2. С. 126-136.
27. Прокопенкова И.О. Коммерческий сектор в мировой космической деятельности - тенденции и перспективы // Проблемы национальной стратегии. 2017. №4(43). С. 125-151.

## References (transliterated)

1. National Aeronautics and Space Administration Authorization Act of 2005. Public Law №109-155. Dec. 30, 2005. URL: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-109publ155/pdf/PLAW-109publ155.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
2. Reference Model for the International Space Station U.S. National Laboratory. ProOrbis LLC, September 20, 2010. – 135 p.
3. Request for Proposals No. CASIS 2015-2. Earth Observation to Benefit Energy Technology. Issuance Date: October 14, 2014. URL: [http://www.iss-casis.org/files/RFP\\_CASIS\\_2015-2\\_Earth\\_Observation\\_to\\_Benefit\\_Energy\\_Technology\\_v1-02.pdf](http://www.iss-casis.org/files/RFP_CASIS_2015-2_Earth_Observation_to_Benefit_Energy_Technology_v1-02.pdf) (data obrashcheniya: 01.12.2017).
4. Cooperative Agreement NASA and Center for the Advancement of Science in Space, Inc. / Federal Contract №NNH11CD70A. URL: <https://govtribe.com/contract/award/nnh11cd70a> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
5. ISS Transition and Deep Space Gateway Concept / S. Scimemi. Committee on Biological and Physical Sciences in Space Irvine, CA. November 2017. URL: [http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/ssb-site/documents/webpage/ssb\\_183281.pdf](http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/ssb-site/documents/webpage/ssb_183281.pdf) (data obrashcheniya: 01.12.2017).
6. OECD Space Forum. URL: <https://www.innovationpolicyplatform.org/oecd-space-forum> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
7. The Space Economy at a Glance 2014. Paris: OECD Publishing, 2014. – 146 p.
8. Da Costa R., Mirra C. Evolution of the ISS: Partnerships that Enhance Utilization // Mezhdunarodnaya konferentsiya «Pilotiruемое освоение космоса» | Moskovskaya oblast', gorod Korolev, 24-26 maya 2016. M.: Eko-press, 2016. S. 260.
9. To become a National Research and Development Agency. Message from president of JAXA. April 2015. URL: <http://global.jaxa.jp/about/president/index.html> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
10. JAMSS. Coordination of Your Experiments on the International Space Station. URL: [http://www.jamss.co.jp/en/business/iss\\_experiment.html](http://www.jamss.co.jp/en/business/iss_experiment.html) (data obrashcheniya: 01.12.2017).
11. Roskosmos. Obsuzhdenie strategii razvitiya Goskorporatsii. 13 marta 2017 g. URL: <https://www.roskosmos.ru/23380/> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
12. Strugovets D. Nauka pridet na MKS. «Roskosmos» uproschaet trebovaniya dlya zhelayushchikh provesti eksperiment v kosmose // Izvestiya. 13 oktyabrya 2017 g. URL: <https://iz.ru/648319/dmitrii-strugovetc/nauka-pridet-na-mks> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
13. GOST R 52017-2003 Apparaty kosmicheskie. Poryadok podgotovki i provedeniya kosmicheskogo eksperimenta. Vveden v deistvie postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 18 fevralya 2003 g. №54-st.
14. Rossiiskii segment MKS. Spravochnik pol'zovatelya. Korolev: Raketno-kosmicheskaya korporatsiya «Energiya» imeni S. P. Koroleva, 2016. – 191 s. URL: [https://www.energia.ru/ru/iss/researches/iss\\_rs\\_guide.pdf](https://www.energia.ru/ru/iss/researches/iss_rs_guide.pdf) (data obrashcheniya: 01.12.2017).
15. Dolgosrochnaya programma nauchno-prikladnykh issledovaniy i eksperimentov, planiruemykh na RS MKS do 2024 goda. Versiya 2016. RAN, GK «Roskosmos». M., 2016. – 112 s. URL: <http://knts.tsniimash.ru/ru/src/Files/dp.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
16. Legostaev V.P., Markov A.V., Sorokin I.V. Tselevoe ispol'zovanie rossiiskogo segmenta MKS: znachimye nauchnye rezul'taty i perspektivy // Kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya. 2013. №2. S. 3-18.
17. Turyshev V.G. Pilotiruemye orbital'nye kompleksy: kak sdelat' den'gi iz vakuuma. Kaliforniiskii universitet SShA. // Materialy Mezhdunarodnogo foruma po kommercheskoi kosmonavtike InSpace Forum, Moskva, 4 marta 2016 g.
18. «Roskosmos» uproschaet usloviya provedeniya eksperimentov na MKS // Geektimes. 15 oktyabrya 2017. URL: <https://geektimes.ru/post/294391/> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
19. Solov'ev V.A. Provedenie nauchnykh issledovaniy na kosmicheskikh korablyakh i orbital'nykh stantsiyakh. URL: <http://mfk.msu.ru/attachment/114/lecture7.pdf> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
20. Solov'ev V.A. Pochti 200 novykh eksperimentov provedut na MKS // RIA-Novosti. 30 sentyabrya 2015.

21. D Bioprinting Solutions. URL: <http://www.bioprinting.ru/> (data obrashcheniya: 01.12.2017).
22. New Organ. Vascular Tissue Challenge Official Rules. The Methuselah Foundation. June 13, 2016. – 10 p.
23. The Space Report 2017: The Authoritative Guide to Global Space Activity. Colorado Springs, CO: The Space Foundation, 2017. – 66 p.
24. Economic Development of Low Earth Orbit / Ed. P. Besha, A. MacDonald. NP-2016-03-2140-HQ. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, 2016. – 131 p.
25. Pathways to Exploration: Rationales and Approaches for a U.S. Program of Human Space Exploration. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. – 279 p.
26. Yanik A.A. Osobennosti kommertsializatsii rezul'tatov issledovaniy i razrabotok chastnogo sektora dlya NASA: opyt Programmy innovatsionnykh issledovaniy malogo biznesa (SBIR) // Issledovaniya kosmosa. 2017. №2. S. 126-136.
27. Prokopenkova I.O. Kommercheskii sektor v mirovoi kosmicheskoi deyatel'nosti - tendentsii i perspektivy // Problemy natsional'noi strategii. 2017. №4(43). S. 125-151.