

УДК 629.7/339.13

Опыт реализации и перспективы коммерческих целевых работ на пилотируемых космических комплексах

Experience in the implementation and prospects of commercial targeted work on manned space complexes

В статье рассматривается опыт и перспективы реализации коммерческих целевых работ на пилотируемых космических комплексах в контексте решения актуальной задачи повышения эффективности затрат на функционирование пилотируемых космических комплексов. Приведен российский и зарубежный опыт реализации коммерческих целевых работ на различных пилотируемых космических комплексах. Приведены основные российские нормативные документы, определяющие порядок проведения коммерческих целевых работ. Рассмотрены перспективные формы реализации коммерческих целевых работ, а также подходы к коммерциализации результатов целевых работ на пилотируемых космических комплексах.

The article discusses the experience and prospects of implementing commercial targeted work on manned space complexes in the context of solving the urgent task of increasing the cost efficiency of the operation of manned space complexes. The Russian and foreign experience in the implementation of commercial targeted work on various manned space complexes is given. The main Russian regulatory documents defining the procedure for conducting commercial targeted work are given. Promising forms of implementation of commercial targeted work, as well as approaches to commercialization of the results of targeted work on manned space complexes are considered.

Ключевые слова: пилотируемый космический комплекс, коммерческая целевая работа

Keywords: manned space complex, commercial target work



**АФАНАСЬЕВ
АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ**

Менеджер комплексных проектов Департамента стратегического планирования и операционной эффективности Блока стратегического развития, АО «Организация «Агат»

**AFANASIEV
ALEKSEY**

Manager of integrated projects of the Strategic Planning and Operational Efficiency Department of the Strategic Development Block, JSC "Organization "Agat"



КУТОВОЙ ДЕНИС АЛЕКСЕЕВИЧ

Главный эксперт Департамента научно-технических проектов, Госкорпорация «Роскосмос»

KUTOVOY DENIS

Chief Expert of the Department of Scientific and Technical Projects of the State Space Corporation "Roscosmos"



ПРОКОПОВИЧ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ

Главный специалист Департамента стратегического планирования и операционной эффективности Блока стратегического развития, АО «Организация «Агат»

PROKOPOVICH SERGEY

Chief Specialist of the Strategic Planning and Operating Efficiency Department of the Strategic Development Block, JSC "Organization "Agat"



ФОМЕНКО ИННА ПАВЛОВНА

Заместитель начальника отдела АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»

FOMENKO INNA

Head of Department of JSC "Central Research Institute of Mechanical Engineering"

Введение

Основная цель эксплуатации пилотируемых космических комплексов – реализация научно-прикладных исследований в условиях космического полета. Пилотируемые космические комплексы являются крайне дорогостоящими проектами. В частности, Международная космическая станция является самым дорогим объектом в истории, созданным человеком ^[1]. Поэтому, как правило, финансирование эксплуатации пилотируемых космических комплексов проводится за счет государственных средств.

При этом, с точки зрения повышения эффективности затрат на функционирование пилотируемых космических комплексов, актуальным является привлечение внебюджетного финансирования на реализацию программ научно-прикладных исследований на борту пилотируемых космических комплексов. Также актуальным направлением является коммерциализация результатов космических экспериментов и целевых работ на пилотируемых космических комплексах.

Мировой опыт реализации коммерческих целевых работ

В настоящее время коммерческие целевые работы успешно реализуются российскими космонавтами на Международной космической станции, которая представляет собой уникальную платформу для проведения передовых научных исследований в условиях экстремальных состояний, практически недостижимых на Земле: микрогравитации, высоких и низких температур, вакуума, высокого уровня космического излучения ^[2]. Благодаря результатам проведенных исследований за более чем 20 лет существования станции, сделано

большое количество прорывных разработок, а полученные результаты приводят к открытию новых перспективных технологий ^[3].

Но основа для эффективной реализации коммерческих целевых работ была заложена задолго до создания Международной космической станции.

За 16 лет эксплуатации орбитального комплекса «Мир» были опробованы различные варианты коммерческого использования уникального объекта космической инфраструктуры, от рекламных акций до прообраза проекта «Космический туризм». Было осуществлено 27 международных экспедиций, 21 из них на коммерческой основе, реализовано 55 целевых научно-исследовательских программ, из них 27 – в рамках международного сотрудничества, выполнено большое количество экспериментов в области медицины, биологии, технологии, техники, биотехнологии. На орбитальном комплексе «Мир» работали представители различных стран и организаций: США, Германии, Англии, Франции, Японии, Австрии, Болгарии, Сирии, Афганистана, Казахстана, Словакии, ЕКА. Из 11,5 тонн научного оборудования комплекса целевых грузов, доставленного на станцию «Мир» для проведения исследований, 5 тонн были изготовлены зарубежными партнерами. Научную аппаратуру для реализации экспериментов изготавливали в США, Германии, Франции, Бельгии, Австрии, Голландии, Чехии, Болгарии, Азербайджане ^[4].

В соответствии с терминологией, принятой в ракетно-космической отрасли ^[5] коммерческая целевая работа (КЦР) – это целевая работа, реализация которой осуществляется при полном или частичном финансировании за счет средств, привлекаемых вне рамок федеральных целевых программ, координацию которых

осуществляет Уполномоченный орган по космической деятельности. По-другому термин «КЦР» можно определить, как «целевая работа с внебюджетным финансированием». С этой точки зрения все эксперименты, которые проводились на орбитальном комплексе «Мир» с участием международных партнеров, будь то изготовление научной аппаратуры или проведение работ в чьих-то интересах на коммерческой основе, можно отнести к категории КЦР.

Кроме этого, на орбитальном комплексе «Мир» была впервые реализована возможность космического полета для космонавта-непрофессионала на коммерческой основе, можно сказать пилотный проект космического туризма. Под космическим туризмом понимается финансируемые из частных средств полеты в космос или на околоземную орбиту в развлекательных или научно-исследовательских целях. Также космические туристы реализовывали рекламные акции, которые также можно отнести к коммерческим целевым работам. На орбите продвигали свои продукты израильская фирма – производитель молока Thuva, а также Omega, The Coca-Cola Company и PepsiCo Inc. и другие.

Накопленный опыт широко используется как Российской Федерацией, так и международными партнерами по МКС при реализации коммерческих пилотируемых программ.

В Соединенных Штатах Америки для проведения коммерческих экспериментов на МКС была создана компания Center for the Advancement of Science in Space – CASIS. Это посредник NASA, который помогает бизнесу организовать эксперименты в космосе. К 2025 году CASIS планирует выйти на прибыль в \$4 млрд – что примерно равно текущим годовым расходам США на содержание МКС. Благодаря CASIS компания Procter & Gamble провела на орбите исследования, чтобы увеличить срок годности товаров для дома. Также эксперименты с отсутствием гравитации помогли улучшить качество таких продуктов компании, как Tide, Gillette и Pantene, и увеличить их срок годности.

В 2004 году европейский астронавт провел серию коммерческого эксперимента ARGES^[6]. Эксперимент был выполнен по заказу компании Philips. Компания Philips тестировала разрядные лампы высокой интенсивности (HID) с целью улучшения их характеристик. Для проведения коммерческих исследований ЕКА в 2020 году пристыковало к своему модулю Columbus платформу Bartolomeo, разработанную совместно с Airbus. Платформа позволит государственным и частным организациям проводить исследования в космосе, но активировать платформу до сих пор не удалось.

У JAXA есть опыт запуска коммерческого спутника

с борта МКС^[7]. Заказчиком выступила коммерческая компания Space BD Inc, которая является одной из первых коммерческих организаций, предоставивших услугу развертывания CubeSat. Координатором коммерческого использования японского модуля Kibo стала корпорация Japan Manned Space Systems Corporation – JAMSS.

В 2019 году NASA объявило о планах развития МКС для бизнеса. Компании могут отправить на станцию своих астронавтов. Также это касается производства, транспортировки товаров и съемки рекламных роликов и фильмов в космосе.

Опыт коммерциализации, полученный нашей страной при реализации программы «Мир» широко используется на Международной космической станции. По данным ПАО «РКК «Энергия»^[4] за 22 года полетов было реализовано более 300 экспериментов на коммерческой основе. Все они были осуществлены с участием международных партнеров и, как уже говорилось выше, могут быть отнесены к категории КЦР.

Одним из примеров успешных коммерческих проектов является реализация Госкорпорацией «Роскосмос» программы космического туризма. Россия была первой на этом пути и опять доказала неординарность подхода к космическим программам. К июню 2021 года по программе космического туризма на МКС побывали семь человек. Все они были доставлены на орбиту на российских кораблях «Союз». Но интересен не сам факт полета космического туриста на МКС, а то, чем он занимается на борту станции. Если первый космический турист гражданин США Денис Тито воплотил свою детскую мечту и полетел в космос без научной программы, то практически у всех остальных участников проекта она присутствовала. Например, один из основателей компании Microsoft, американец венгерского происхождения Чарльз Симони на МКС выполнял эксперименты по заказу Европейского космического агентства (исследования влияния невесомости на кровь), а также по его собственной научной программе (влияние радиации). Американский миллионер Ричард Гэрриот стал первым космическим туристом, который выполнял научные эксперименты по заказам коммерческих организаций, в частности, по выращиванию белковых кристаллов. С 2009 года по 2021 год из-за отсутствия в силу ряда причин полетных возможностей программа космического туризма была приостановлена, но в 2021 году в полет к МКС на российском транспортном корабле со своей научной программой отправилось сразу два космических туриста – представители Японии Юсаку Маэдзава и Йозо Хирано, где они провели 12 дней.

В 2017 году в состав российской программы

исследований на МКС был включен коммерческий космический эксперимент «Магнитный 3D-биопринтер»^[8]. Постановщиком выступило Частное учреждение Лаборатория биотехнологических исследований «3Д Биопринтинг Солоушенс» (далее – Постановщик). При этом Постановщик выразил готовность обеспечить финансирование работ по созданию и интеграции научной аппаратуры на борт МКС, а Госкорпорация «Роскосмос» обеспечила подготовку экипажа, доставку научной аппаратуры на борт МКС, выполнение эксперимента и возврат его результатов на Землю. Целью КЦР являлась апробация нового способа биофабрикация трехмерных тканевых конструкций в условиях невесомости – магнитной 3D-биопечати, а также изучение влияния различных факторов космического полета (микрогравитации, радиации и др.) на тканевый метаболизм сформированных конструкций. В 2022 году с использованием аппаратуры «3Д Биопринтинг Солоушенс» на МКС была реализована еще одна коммерческая целевая работа «Магнитная фабрикация». Результатом КЦР является изучение влияния магнитных полей и условий микрогравитации космоса на кристаллизацию биологически и терапевтически значимых белков и их комплексов с различными лигандами.

На сегодняшний день на борту МКС реализуются 11 совместных целевых работ, проводимых на основе частичного финансирования за счет средств, привлекаемых вне рамок Федеральной космической программы России на 2016-2025 годы^[9]. Исследования проводятся в различных областях от фундаментальной науки до образовательных проектов.

Нормативное регулирование коммерческих целевых работ в Российской Федерации

Для упрощения доступа на МКС научным организациям и коммерческим структурам, а также для интенсификации исследований, выполняемых на коммерческой основе, за последние 3 года Госкорпорацией «Роскосмос» проведена работа по актуализации соответствующей нормативной документации, утвержден ряд новых нормативных документов.

В 2021 году утвержден новый стандарт Госкорпорации «Роскосмос», в котором определен порядок проведения коммерческих целевых работ на пилотируемых космических комплексах^[5].

В 2022 году были утверждены методические рекомендации по технико-экономической оценке стоимости проведения целевых работ [10] и методика оценки ожидаемого коммерческого эффекта по результатам реализации коммерческой целевой работы [11].

В 2023 году впервые термин «коммерческая целевая

работ на пилотируемом космическом комплексе» появился в тексте государственного стандарта Российской Федерации [12].

Порядок создания научной аппаратуры для проведения коммерческих целевых работ на пилотируемых космических комплексах определен соответствующим положением о порядке создания научной аппаратуры для космических исследований, утвержденном в 2021 году^[13].

Таким образом, созданы необходимые условия в части нормативного регулирования для наращивания объема коммерческих целевых работ на пилотируемых космических комплексах.

Перспективные формы реализации коммерческих целевых работ

Как показывает практика, перспективным направлением повышения эффективности МКС является привлечение внебюджетного финансирования на создание научной аппаратуры для реализации коммерческих целевых работ.

Это наиболее просто с точки зрения оформления, позволяет существенно ускорить срок наземной подготовки целевой работы и таким образом сократить срок «от идеи до реализации». В качестве примера можно привести успешный опыт реализации коммерческой целевой работы «Магнитная фабрикация» на МКС в 2022 году, бортовая реализация целевой работы началась через 3 месяца после поступления заявки на ее проведение. За это время Постановщиком совместно с участниками целевой работы были подготовлены и отправлены на борт МКС укладки с материалами для проведения бортовых операций.

Такого результата удалось достичь в том числе благодаря новым требованиям к программной интеграции и наземной подготовке коммерческих целевых работ^[5].

Возможно, в перспективе, наиболее эффективной формой реализации российской программы исследований было бы создание научной аппаратуры за счет постановщиков или потребителей результатов экспериментов, а также финансирование создания научной аппаратуры в интересах научных экспериментов, отработки технологий и космического образования на грантовой основе.

Большое количество исследований как на орбитальном комплексе «Мир», так и на МКС, проводилось совместно с ведущими ВУЗами страны. Госкорпорация «Роскосмос» всегда уделяла этому вопросу большое внимание. Также и сейчас – высшие учебные заведения привлекаются к проектированию новой российской орбитальной станции^[14], в рамках

действующей российской программы исследований на Международной космической станции запланировано проведение 30 целевых работ, постановщиками которых выступают организации Минобрнауки России, такие как МАИ, МГУ им. М.В.Ломоносова, РХТУ им. Д.И. Менделеева, МГТУ им. Н.Э. Баумана и др. МГУ им. М.В.Ломоносова в частности является постановщиком коммерческой целевой работы «Оранжевая-МГУ».

Такая работа велась еще до МКС на орбитальном комплексе «Мир»^[15]. Благодаря аппаратуре, созданной в Московском государственном инженерно-физическом институте, удалось понять природу электронных радиационных поясов в космосе, обнаружить их связь с такими глобальными изменениями в природе, как землетрясения. Радиационные исследования на станции «Мир», проводимые МГУ, дали начало построению динамической картины изменения радиационных полей в течение цикла солнечной активности. Работа по анализу результатов космической фотосъемки, производимой со станции «Мир», и изучению экологической обстановки проводилась Московским государственным институтом геодезии и картографии, Рязанской радиотехнической академией, а также МГУ. Под эгидой Московского государственного авиационного института осуществлялась программа запуска с борта станции «Мир» мини-спутников. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана в течение многих лет проводил на орбитальном комплексе «Мир» исследования электрофореза, прецизионного разделения по массам биологических клеток в условиях невесомости.

На сегодняшний день на борту российского сегмента МКС находится более 30 комплексов научной аппаратуры и оборудования, готового к использованию при проведении космических экспериментов^[16].

С помощью этого оборудования можно осуществлять различные физико-химические, биологические, биотехнологические и медицинские эксперименты; изучать подстилающую поверхность Земли и космическое излучение; исследовать реакцию органов человека на факторы космического полета и определенные условия; создавать новые материалы; испытывать различные инновационные методики медицинского обеспечения.

Также в составе российского сегмента МКС есть и целевое оборудование орбитальных модулей, предназначенное для осуществления экспериментов и исследований в научно-прикладных целях^[16], такое как: двухступенная платформа наведения для проведения геофизических экспериментов и исследований физических условий в космическом пространстве; перчаточный бокс «Главбокс-С», предназначенный для выполнения медико-биологических и биотехнических космических

экспериментов, требующих стерильных условий; термостат «ТБУ-В», используемый в различных экспериментах, требующих помещения исследуемых экспонатов в определенные температурные условия. Все это оборудование может и должно быть использовано при реализации новых исследований.

Для интенсификации таких работ актуальным является проведение целевых конкурсов на площадках профильных организаций Минобрнауки России при поддержке Госкорпорации «Роскосмос». В рамках таких конкурсов могут быть сформированы программы относительно простых и «быстрых» экспериментов на МКС, которые могут проводиться без создания новой научной аппаратуры, с оборудованием «малого» объема, не представляющего больших проблем с доставкой на орбиту или с использованием уже имеющейся на борту научной аппаратуры.

Кроме этого, с учетом возможности продления сроков полета МКС, был бы интересен проект по созданию универсального рабочего места или платформы для проведения несложных научно-образовательных экспериментов (например, экспозиция материалов) в кооперации с несколькими ВУЗами с размещением этого оборудования в дальнейшем на борту станции и использования, в том числе, и в коммерческих целях.

Важной задачей является внедрение результатов проведенных экспериментов. На сегодняшний день завершено 136 проектов и, к сожалению, не все их результаты были внедрены. Проведение отбора предложений молодых ученых по возможному внедрению результатов на конкурсной основе было бы крайне интересно и полезно как для образовательной среды, так и для космической отрасли.

Также эта задача может решаться путем повышения информированности общественности и повышения доступности результатов целевых работ на пилотируемых космических комплексах. Для этих целей могут быть созданы соответствующие банки данных, позволяющие предоставлять оперативный удаленный доступ потенциальным потребителям результатов целевых работ.

Коммерциализация коммерческих целевых работ

Общим назначением экспериментов, проводимых на российском сегменте МКС, является получение научного результата, который может быть выражен как в материальной, так и в нематериальной формах.

Процесс коммерциализации начинается с проведения исследования, которое приводит к созданию инновационного продукта/процесса. Вместе с тем на начальном этапе, до проведения исследований, необходимо

определить уровень техники создаваемого продукта/процесса, который станет основной для обеспечения критериев конкурентоспособности и уникальности. С учетом результатов первого этапа проводится анализ научно-технического задела (предшествующей интеллектуальной собственности), планируемого к использованию в рамках коммерциализации. По результатам формирования на первых подготовительных к проведению исследований этапах облика продукта/процесса необходимо разработать стратегию правовой охраны потенциально коммерчески значимого продукта/процесса. По результатам завершения исследований в соответствии с утвержденной стратегией необходимо обеспечить правовую охрану портфеля прав интеллектуальной собственности. Затем в целях привлечения внимания к новому продукту/процессу может быть организован трансфер инновации посредством предварительного раскрытия информации о разработке. Следующим этапом в целях определения мероприятий по реализации нового продукта/процесса необходимо обеспечить подтверждение планов результатами маркетинговых исследований, после которых принимается окончательное решение о форме реализации инновационного продукта/процесса. И результатом процесса должно стать получение дохода.

Таким образом, в целях успешной коммерциализации результатов целевых работ и их последующего внедрения в космическую индустрию или другие отрасли экономики необходимо понимание трендов, научной или технологической ценности результата, актуальности и востребованности на рынке. Отбор потенциально интересных для коммерциализации результатов целевых работ проводится с учетом этапности обобщенной схемы коммерциализации инноваций, при этом в рамках анализа основной акцент внимания направлен на наиболее активно развивающиеся направления науки и потенциальные для коммерческой реализации области применения результатов целевых работ.

Охрана результатов интеллектуальной деятельности в рамках коммерциализации научных и прикладных результатов целевых работ является одним из наиболее важных этапов всего процесса коммерциализации.

АО «Организация «Агат» определена в качестве Единого отраслевого центра интеллектуальной собственности Госкорпорации «Роскосмос» и ее организаций протоколом Правления Госкорпорации «Роскосмос» от 08.02.2019 № ПК-136-пр. Единый отраслевой центр интеллектуальной собственности Госкорпорации «Роскосмос» и ее организаций представляет полный спектр услуг в области интеллектуальной собственности, являясь уникальным центром компетенций.

Повышение эффективности использования уникальных объектов космической инфраструктуры является актуальной задачей для экономики ракетно-космической отрасли и экономики страны в целом. МКС позволяет проводить уникальные эксперименты и, соответственно, получать результаты как материальные (например, научная аппаратура, биологический объект и т.д.), так и нематериальные (отчеты, технические решения и т.д.), которые впоследствии могли бы быть применены и коммерциализованы на Земле, а также могли бы принести положительный экономический и социальный эффекты.

Коммерциализация результатов целевых работ с учетом ключевых аспектов правовой охраны интеллектуальной собственности, позволяет, с одной стороны, выявлять и обосновывать для текущего состояния отрасли возможность применять и реализовывать наиболее результативные продукты и технологии, получаемые вследствие проведения целевых работ на российском сегменте МКС; с другой – представлять в наиболее выгодном ракурсе для потенциальных заказчиков любого уровня инновационные космические технологии с обоснованным конкурентным преимуществом каждого продукта или технологии. Одним из важных факторов следует назвать уникальность фундаментальной исследовательской базы каждого такого продукта либо технологии, заключающейся в использовании совершенно уникальных условий (например, микрогравитация) и оборудования (часто созданного в одном экземпляре для реализации конкретного эксперимента) для его проведения.

Таким образом, осуществление коммерциализации результатов целевых работ может привести к планируемому достижению безубыточности проведения целевых работ на российском сегменте МКС и успешному развитию научно-исследовательской деятельности на российских перспективных пилотируемых космических комплексах в дальнейшем.

Заключение

В настоящий момент накоплен опыт и созданы необходимые условия в части нормативного регулирования для наращивания объема коммерческих целевых работ на МКС и перспективных пилотируемых космических комплексах.

Как показывает практика, перспективным направлением повышения эффективности затрат на научно-прикладные исследования на пилотируемых космических комплексах является привлечение внебюджетного финансирования на создание научной аппаратуры для реализации целевых работ.

Возможно, в перспективе наиболее эффективной формой реализации российской программы исследований было бы создание научной аппаратуры за счет постановщиков или потребителей результатов экспериментов, а также финансирование создания научной аппаратуры в интересах научных экспериментов, отработки технологий и космического образования на грантовой основе.

Актуальным является проведение целевых конкурсов на площадках профильных организаций Минобрнауки России при поддержке Госкорпорации «Роскосмос». В рамках таких конкурсов могут быть сформированы программы относительно простых

и «быстрых» экспериментов на МКС, которые могут проводиться без создания новой научной аппаратуры, с оборудованием «малого» объема, не представляющего больших проблем с доставкой на орбиту или с использованием уже имеющейся на борту научной аппаратуры.

Важной задачей является внедрение результатов завершенных целевых работ. Для этого необходимо повысить доступность результатов путем создания соответствующих банков данных.

Также актуальным направлением является коммерциализация результатов уже завершенных целевых работ на пилотируемых космических комплексах.

Список литературы

- Интернет-ресурс: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/most-expensive-man-made-object> (дата обращения 20.03.2023).
- Соловьев В. А., Марков А. В., Сорокин И. В., Любинский В. Е. Научно-прикладные исследования на Международной космической станции и новые технологии управления полётом // Вестник Российской академии наук. 2017. № 6. С. 495 - 504.
- 20 лет Международной космической станции, Интернет-ресурс: <https://www.roscosmos.ru/24529/> (дата обращения 02.12.2022).
- Интернет-ресурс: <https://www.energia.ru/ru/history/flights/mir-science.html> (дата обращения 15.03.2023).
- СТО ГК Роскосмос 1033–2021 «Целевые работы коммерческие космические. Порядок подготовки и проведения».
- Интернет-ресурс: https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Business/Energy-efficient_lamps_for_the_future
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Delta_Mission/Super_energy_saving_lamps_one_step_closer_to_consumer (дата обращения 17.03.2023).
- Интернет-ресурс: <https://iss.jaxa.jp/en/kiboexp/> (дата обращения 16.03.2023).
- Parfenov VA, Khesuani YD, Petrov SV, Karalkin PA, Koudan EV, Nezhurina EK, Pereira FD, Krokmal AA, Gryadunova AA, Bulanova EA, Vakhrushev IV, Babichenko II, Kasyanov V, Petrov OF, Vasiliev MM, Brakke K, Belousov SI, Grigoriev TE, Osidak EO, Rossiyskaya EI, Buravkova LB, Kononenko OD, Demirci U, Mironov VA. Magnetic levitational bioassembly of 3D tissue construct in space. Sci Adv. 2020 Jul 15; 6(29):4174. doi: 10.1126/4174. Журнал - Science Advances.
- Долгосрочная программа целевых работ, планируемых на МКС (Дополнение 2022 года).
- Методические рекомендации по технико-экономической оценке стоимости проведения целевых работ на Международной космической станции на всех этапах жизненного цикла целевых работ, утвержденные приказом Госкорпорации «Роскосмос» от 10 ноября 2022 г. № 410.
- Методика оценки ожидаемого коммерческого эффекта по результатам реализации коммерческой целевой работы с учетом правовой охраны портфеля интеллектуальных прав на результаты интеллектуальной деятельности, полученные в результате проведения коммерческой целевой работы, утвержденная приказом Госкорпорации «Роскосмос» от 16 декабря 2022 г. № 498.
- ГОСТ Р 52017 «Комплексы космические пилотируемые. Порядок подготовки и проведения космического эксперимента и целевой работы».
- Положение о порядке создания научной аппаратуры для космических исследований (Положение НА-18), утвержденное совместным приказом Госкорпорации «Роскосмос» и Российской академии наук от 1 октября 2021 г. № 291/2.
- Интернет-ресурс: <https://www.roscosmos.ru/38942/> (дата обращения 17.03.2023).

15. Проведение экспериментов на орбитальной станции "Мир", Интернет-ресурс: <http://www.cosmoworld.ru/mirstation/experiments.shtml> (дата обращения 16.03.2023).
16. Интернет-ресурс: https://www.roscosmos.ru/media/img/2020/katalog.na_5.pdf (дата обращения 17.03.2023).

List of literature

1. Internet resource: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/most-expensive-man-made-object> (accessed 20.03.2023).
2. Soloviev V. A., Markov A.V., Sorokin I. V., Lyubinsky V. E. Scientific and applied research on the International Space Station and new flight control technologies // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2017. No. 6. pp. 495 - 504.
3. 20 years of the International Space Station, Internet resource: <https://www.roscosmos.ru/24529/> (accessed 02.12.2022).
4. Internet resource:
<https://www.energia.ru/ru/history/flights/mir-science.html> (date of appeal 15.03.2023).
5. STO GC Roscosmos 1033-2021 "Targeted commercial space work. The procedure for preparation and conduct".
6. Internet resource:
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Business/Energy-efficient_lamps_for_the_future
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Delta_Mission/Super_energy_saving_lamps_one_step_closer_to_consumer (accessed 17.03.2023).
7. Internet resource:
<https://iss.jaxa.jp/en/kiboexp/> (accessed 03/16/2023).
8. Parfenov VA, Khesuani YD, Petrov SV, Karalkin PA, Koudan EV, Nezhurina EK, Pereira FD, Krokmal AA, Gryadunova AA, Bulanova EA, Vakhrushev IV, Babichenko II, Kasyanov V, Petrov OF, Vasiliev MM, Brakke K, Belousov SI, Grigoriev TE, Osidak EO, Rossiyskaya EI, Buravkova LB, Kononenko OD, Demirci U, Mironov VA. Magnetic levitational bioassembly of 3D tissue construct in space. *Sci Adv.* 2020 Jul 15; 6(29):4174. doi: 10.1126/4174. The journal is Science Advances.
9. Long-term program of targeted work planned for the ISS (Supplement 2022).
10. Methodological recommendations on the technical and economic assessment of the cost of carrying out targeted work on the International Space Station at all stages of the life cycle of targeted work, approved by Order No. 410 of the Roscosmos State Corporation dated November 10, 2022.
11. Methodology for assessing the expected commercial effect based on the results of the implementation of commercial targeted work, taking into account the legal protection of the portfolio of intellectual property rights to the results of intellectual activity obtained as a result of commercial targeted work, approved by the order of the State Corporation "Roscosmos" dated December 16, 2022 No. 498.
12. GOST R 52017 "Manned space complexes. The procedure for preparing and conducting a space experiment and targeted work".
13. Regulation on the procedure for the Creation of Scientific equipment for Space research (Regulation NA-18), approved by joint Order of the Roscosmos State Corporation and the Russian Academy of Sciences dated October 1, 2021 No. 291/2.
14. Internet resource: <https://www.roscosmos.ru/38942/> (accessed 17.03.2023).
15. Conducting experiments at the Mir orbital station", Online resource: <http://www.cosmoworld.ru/mirstation/experiments.shtml> (accessed 16.03.2023).
16. Internet resource: https://www.roscosmos.ru/media/img/2020/katalog.na_5.pdf (accessed 17.03.2023).