

DOI: 10.55105/2500-2872-2024-4-6-21

Японские космические программы: ориентация на освоение тел Солнечной системы

*Т.К. Блохина, И.Н. Мысляева, М.Р. Ахмедов,
И.А. Мошаев, В.Д. Быкова*

Аннотация. В статье рассматривается политика Японии в области развития космических программ. Акцент сделан на анализе научных проектов в области космоса. Если первоначально запуски космических аппаратов были направлены на исследование солнечного ветра и космической радиации, то с годами в космической политике Японии наметился сдвиг в сторону освоения тел Солнечной системы. Это сопровождалось как строительством собственных космических аппаратов, так и участием в международных проектах по освоению Луны, Марса, Меркурия. В начале XXI века Япония приступила к осуществлению достаточно сложных миссий по исследованию небесных тел, где значительное внимание направлено в сторону изучения малых небесных тел – астероидов. Оценивая современное состояние развития японских космических программ, авторы отмечают, что одним из главных направлений деятельности Японского космического агентства на сегодняшний день является реализация проектов по исследованию Луны. Совместно с Европейским космическим агентством и NASA Япония планирует еще одну перспективную и амбициозную миссию – по полету к спутникам Марса. В то же время страна активно участвует в международной кооперации, объединяя вокруг себя страны Азиатско-Тихоокеанского региона в рамках Азиатско-Тихоокеанского регионального форума космических агентств. В этой организации Япония является несомненным лидером, что позволяет ей развивать международное сотрудничество по интересующим ее направлениям. Анализ реализованных Японией космических программ демонстрирует значительные успехи страны в развитии современных космических технологий, при этом относительно США и Китая она имеет значительно меньший космический бюджет. По мнению авторов, высокие результаты стране обеспечивает японская модель организации космических исследований, которая строится на трех составляющих элементах: активном привлечении частного бизнеса в космические программы, использовании научного потенциала страны для разработки космических проектов, участии в международной кооперации, позволяющей использовать научно-исследовательские и финансовые ресурсы других стран в реализации космических программ.

Ключевые слова: Япония, космические программы, космические технологии, космические исследования, международная кооперация, небесные тела Солнечной системы.

Авторы: Блохина Татьяна Константиновна, д.э.н., профессор кафедры экономики и управления в космической отрасли факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (адрес: Москва, 119991, Ленинские горы, д. 1, стр. 52). ORCID: 0000-0002-7099-0631; E-mail: blokhina@cosmos.msu.ru

Мысляева Ирина Николаевна, д.э.н., профессор, зав. кафедрой экономики и управления в космической отрасли факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (адрес: Москва, 119991, Ленинские горы, д. 1, стр. 52). ORCID: 0009-0005-7812-5887; E-mail: mysلياeva@cosmos.msu.ru

Ахмедов Муслим Ринатович, к.т.н., ассистент кафедры управления космическими полетами факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (адрес: Москва, 119991, Ленинские горы, д. 1, стр. 52). ORCID: 0009-0009-5914-1653; E-mail: muslim33@yandex.ru

Мошаев Иларион Александрович, ассистент кафедры экономики и управления в космической отрасли факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (адрес: Москва, 119991, Ленинские горы, д. 1, стр. 52). ORCID: 0009-0000-0487-5902; E-mail: moshayev@cosmos.msu.ru

Быкова Варвара Денисовна, ассистент кафедры экономики и управления в космической отрасли факультета космических исследований МГУ им. М.В. Ломоносова (адрес: Москва, 119991, Ленинские горы, д. 1, стр. 52). ORCID: 0009-0003-1103-4927; E-mail: bykova @cosmos.msu.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Блохина Т.К., Мысляева И.Н., Ахмедов М.Р., Мошаев И.А., Быкова В.Д. Японские космические программы: ориентация на освоение тел Солнечной системы // Японские исследования. 2024. № 4. С. 6–21. DOI: 10.55105/2500-2872-2024-4-6-21

Благодарности. Статья подготовлена при поддержке гранта межфакультетских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова (проект 23-Ш01-16 «Межпланетная транспортно-промышленная сеть: условия формирования и управление развитием»).

Japanese space programs: Orientation towards the exploration of the bodies of the Solar System

*T.K. Blokhina, I.N. Myslyayeva, M.R. Akhmedov,
I.A. Moshayev, V.D. Bykova*

Abstract. The article discusses Japan's policy in the field of space program development. The emphasis is on the analysis of scientific projects in the field of space. While, initially, the launches of spacecraft were aimed at studying the solar wind and cosmic radiation, over the years, there has been a shift in Japan's space policy towards the exploration of the bodies of the Solar System. This was accompanied by the construction of their own spacecraft, as well as participation in international projects for the exploration of the Moon, Mars, and Mercury. At the beginning of the 21st century, Japan began to carry out quite complex missions to explore celestial bodies, where considerable attention is directed towards the study of small celestial bodies, asteroids. Assessing the current state of development of Japanese space programs, the authors note that one of the main directions of the Japan Aerospace Exploration Agency's activities today is the implementation of Moon exploration projects. Together with the European Space Agency and NASA, Japan is planning another promising and ambitious mission to fly to the satellites of Mars. At the same time, the country actively participates in international cooperation, bringing together the countries of the Asia-Pacific region within the framework of the Asia-Pacific Regional Space Agency Forum. Japan is an undoubted leader in this organization, which allows it to develop international cooperation in areas which are of interest to it. The analysis of the space programs implemented by Japan demonstrates the country's significant success in the development of modern space technologies, while it has a much smaller space budget compared to the United States or China. According to the authors, the Japanese model of space research organization brings substantial results, which is based on its three components: active involvement of private business in space programs, the use of the country's scientific potential for the development of space projects, and participation in international cooperation, which allows attracting research and financial resources of other countries for the implementation of space programs.

Keywords: Japan, space programs, space technologies, space research, international cooperation, celestial bodies of the Solar System.

Authors:

Blokhina Tatyana K., Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Management in the Space Industry, Faculty of Space Research, Lomonosov Moscow State University (address: Moscow, 119991, Leninskie Gory, 1, b. 52). ORCID 0000-0002-7099-0631; E-mail: blokhina@cosmos.msu.ru

Myslyaeva Irina N., Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Economics and Management in the Space Industry, Faculty of Space Research, Lomonosov Moscow State University (address: Moscow, 119991, Leninskie Gory, 1, b. 52). ORCID: 0009-0005-7812-5887; E-mail: myslyaeva@cosmos.msu.ru

Akhmedov Muslim R., Ph.D., Assistant Professor of the Department of Space Flight Control (address: Moscow, 119991, Leninskie Gory, 1, b. 52). ORCID: 0009-0009-5914-1653; E-mail: muslim33@yandex.ru

Moshaev Ilarion A., Assistant at the Department of Economics and Management in the Space Industry, Faculty of Space Research, Lomonosov Moscow State University (address: Moscow, 119991, Leninskie Gory, 1, b. 52). ORCID: 0009-0000-0487-5902; E-mail: moshaev@cosmos.msu.ru

Bykova Varvara D., Assistant at the Department of Economics and Management in the Space Industry, Faculty of Space Research, Lomonosov Moscow State University (address: Moscow, 119991, Leninskie Gory, 1, b. 52). ORCID: 0009-0003-1103-4927; E-mail: bykova@cosmos.msu.ru

Conflict of interest. The authors declare the absence of the conflict of interests.

For citation: Blokhina, T.K., Myslyaeva, I.N., Akhmedov, M.R., Moshaev, I.A., Bykova, V.D. (2024). Yaponskie kosmicheskie programmy: orientatsiya na osvoenie tel Solnechnoi sistemy [Japanese space programs: Orientation towards the exploration of the bodies of the Solar System]. *Yaponskiye issledovaniya* [Japanese Studies in Russia], 2024, 4, 6–21. (In Russian). DOI: 10.55105/2500-2872-2024-4-6-21

Acknowledgements: The article was prepared with the support of the grant of interfaculty research of the Lomonosov Moscow State University (project 23-Sh01-16 «Interplanetary transport and industrial network: conditions of formation and development management»).

Введение

В настоящее время мир переживает переход в освоении космоса от первоначальной научно-исследовательской фазы к созданию космической инфраструктуры. Сегодня в космос уже выведены многие земные инфраструктурные составляющие, такие как связь, телекоммуникации, телевидение. Они формируют перспективные направления инвестирования в технологические проекты, ориентированные на новые задачи освоения космических объектов. В результате строятся низкоорбитальные группировки, выполняющие функции доступных космических сервисов, а также формируются заделы для освоения и добычи космических ресурсов.

Нужно отметить, что именно в последнее десятилетие стремительно возросло количество запусков космических аппаратов с целевой программой изучения ресурсов тел Солнечной системы. Ведущие космические державы начали создавать многоразовую транспортную систему для полетов на Луну и Марс с целью закрепиться на этих планетах для использования их ресурсов. Активизация исследований по промышленному освоению космических ресурсов подстегивается проводимыми оценками истощения запасов земных недр, которые в свете значительного прироста населения земного шара формируют серьезную угрозу для стабильности существования человечества.

Значительная часть космических проектов, нацеленных на разработку ресурсов тел Солнечной системы, реализуется такими странами, как США, Китай, Россия, Индия, а также

Европейским союзом. Заметный вклад в развитие ресурсных космических программ вносит и Япония. Хотя Япония не относится к «великим космическим державам», она активно занимается разработкой и запуском миссий по исследованию небесных тел Солнечной системы и целенаправленно развивает международное сотрудничество в этой отрасли. Одним из главных направлений деятельности Японского космического агентства (JAXA) на сегодняшний день является реализация проектов по исследованию Луны. Несмотря на то, что космическая деятельность Японии ограничена политическими и экономическими рамками¹, страна демонстрирует определенные успехи в реализации своей космической миссии. Значительный успех в достижении полученных результатов обеспечивается высокотехнологичным подходом к разработке космических программ и их экономической эффективностью. В связи с этим представляет интерес анализ развития японских космических проектов, направленных на формирование космической индустрии с целью изучения и освоения тел Солнечной системы. Особая исследовательская значимость таких проектов в космической сфере связана еще и с тем, что они в определенной степени ориентированы на преодоление проблемы истощения земных ресурсов. Достижение страной значительных положительных результатов обеспечивается реализацией особой модели организации космической деятельности, изучение которой будет полезно с целью определения перспективных направлений развития космической отрасли и в России.

Космическая политика Японии: от первого спутника до программ по освоению Луны

В настоящее время Японское космическое агентство активно участвует в программах разработки миссий по исследованию небесных тел Солнечной системы и развивает международное сотрудничество в этой области [Блохина и др. 2023]. Японцы первыми в мире создали межпланетный зонд «Хаябуса-1», совершивший посадку и взлет с поверхности космического тела за пределами системы Земля – Луна (астероид Итокава) и доставивший в 2010 г. на Землю образцы грунта с его поверхности.

Этому предшествовала кропотливая работа в области реализации научных программ. Стартовым этапом научных программ можно считать запуски космических аппаратов для исследования солнечного ветра и космической радиации в период 1971–1979 гг. Первый японский искусственный спутник Земли «Синсэй» с научным оборудованием был успешно запущен 28 сентября 1971 г. [Логсдон 2022]. Успехом данной миссии явилось открытие нового радиационного пояса.

В течении 1970-х гг. было запущено еще десять подобных аппаратов для подтверждения и уточнения полученных данных. 21 февраля 1971 г. на околоземную орбиту был выведен первый японский космический телескоп «Хакутё»² (CORSA-B по классификации NASA), имеющий на борту одиннадцать различных детекторов для изучения рентгеновского излучения. Таким образом, Япония смогла заявить о себе в мировой науке как страна, которая первой совершила ряд значительных открытий в области исследования космической радиации.

Желая закрепить успех, в начале 1980-х гг. Япония продолжила разработку и запуски телескопов для изучения рентгеновского излучения. 21 февраля 1981 г. был запущен

¹ Поскольку Япония проиграла во Второй мировой войне, она не имела возможности подключиться к реализации космических программ в 1950-е – 1960-е гг., как это сделали США и СССР. Более того, ее включенность долгое время ограничивалась реализацией исключительно научных программ.

² NASA Space Science Data Coordinated Archive. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1979-014A> (дата обращения: 20.02.2024).

радиотелескоп «Хинотори»³ (ASTRO-A по классификации NASA), предназначенный для наблюдения солнечных вспышек и в жестком рентгеновском диапазоне. Для проведения спектроскопии звезд и пульсаров 20 февраля 1983 г. был запущен телескоп «Тэмма»⁴ (ASTRO-B по классификации NASA), а 14 февраля 1984 г. был разработан и запущен аппарат «О:дзора»⁵ (Exos-C по классификации NASA), задачей которого стало изучение воздействия радиоволн и частиц на верхние слои земной атмосферы.

В середине 1980-х гг. важнейшим астрономическим событием стал пролет Кометы Галлея вблизи (по космическим меркам) Земли. Японское космическое агентство своими силами смогло подготовить и осуществить запуск исследовательской миссии к Комете Галлея. Это была первая миссия Японии за пределы околоземной орбиты, и ключевыми задачами являлась проверка возможностей техники и специалистов осуществить проекты подобной беспрецедентной сложности.

К Комете Галлея было запущено две автоматические межпланетные станции. Первым 7 января 1985 г. отправился аппарат «Сакигакэ»⁶ (MS-T5 по классификации NASA), основная задача которого состояла в проверке возможностей ракеты-носителя осуществить успешный запуск космического зонда за пределы земной орбиты. На «Сакигакэ» в качестве научного оборудования были размещены приборы для наблюдения солнечного ветра и различной активности плазмы вблизи кометы. В итоге аппарат смог приблизиться к комете на расстояние около 7 млн км и далее продолжил полет по Солнечной системе, передавая сигналы вплоть до января 1999 г.

Второй зонд «Суйсэй»⁷ (PLANET-A по классификации NASA) отправился на встречу с Кометой Галлея 18 августа 1985 г. Корпус и внешний вид аппарата был аналогичен «Сакигакэ», но набор исследовательского оборудования несколько отличался, в том числе на борту появились приборы для фотосъемки. «Суйсэй» смог приблизиться к Комете Галлея на расстояние до 151 тыс. километров и сфотографировать комету в ультрафиолетовой части спектра. После того, как запланированная программа исследования кометы была выполнена, аппарат продолжил полет по Солнечной системе, занимаясь измерениями параметров солнечного ветра.

В период 1990-х гг. японское космическое агентство подготовило и осуществило запуск миссий для исследования Луны и Марса, которые смогли лишь частично выполнить поставленные задачи.

Первая японская миссия автоматической межпланетной станции «Хитэн»⁸ (Muses-A по классификации NASA) отправилась к Луне 24 января 1990 г. Целью полета кроме исследования окололунного пространства являлось изучение возможных оптимальных баллистических траекторий и орбит для последующих полетов. Из-за произошедших поломок, на орбите Луны не получилось отстыковать от головного модуля вспомогательные орбитальные дополнительные мини-спутники и выполнить программу полета в полном

³ Institute of Space and Astronautical Science. Institute of Space and Astronautical Science // *Japan Aerospace Exploration Agency*. <https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/past/hinotori.html> (дата обращения: 20.02.2024).

⁴ Institute of Space and Astronautical Science. TENMA. Institute of Space and Astronautical Science // *Japan Aerospace Exploration Agency*. <https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/past/tenma.html> (дата обращения: 21.02.2024).

⁵ Exos C (Ohzora) // *Gunter's. Space Page*. https://space.skyrocket.de/doc_sdat/exos-c.htm (дата обращения: 21.02.2024).

⁶ SAKIGAKE. // *Japan Aerospace Exploration Agency*. <https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/past/sakigake.html> (дата обращения: 21.02.2024).

⁷ Institute of Space and Astronautical Science. SUISEI. *Institute of Space and Astronautical Science* // *Japan Aerospace Exploration Agency*. <https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/past/suisei.html> (дата обращения: 21.02.2024).

⁸ NACA Space Science Data Coordinated Archive. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1990-007A> (дата обращения: 22.02.2024).

объеме. «Хитэн» смог совершить ряд маневров на окололунной орбите и по команде с Земли врезался в поверхность Луны.

Миссия по исследованию верхних слоев атмосферы и взаимодействию ионосферы Марса с солнечным ветром стартовала к красной планете 4 июля 1998 г. Автоматическая межпланетная станция «Нодзоми»⁹ (PLANET-B по классификации NASA) по плану должна была выйти на высокоэллиптическую орбиту вокруг Марса 11 октября 1999 г. По причине отсутствия необходимой мощности у японских ракет-носителей, способных долететь до Марса, «Нодзоми» должен был выполнить серию сложных гравитационных маневров на орбите Земли и Луны, но недостаточная точность баллистических расчетов стала причиной того, что аппарат пролетел мимо Марса на расстоянии около тысячи километров и не смог выйти на его орбиту. В результате ученые переориентировали миссию на изучение межпланетной среды Солнечной системы.

В начале XXI в. Япония продолжила осуществление достаточно сложных миссий по исследованию небесных тел. Основное внимание ученых теперь было направлено на изучение малых небесных тел – астероидов. Была запланирована беспрецедентная миссия по взятию проб грунта с астероида Итокава и доставке его на Землю для дальнейших исследований. Космический аппарат «Хаябуса»¹⁰ стартовал с Земли 09 мая 2003 г. Несмотря на то, что во время полета случались различные поломки – нарушение работы солнечных батарей, сбой в работе двигателей – зонд смог достичь астероида Итокава в сентябре 2005 г. В ходе выполнения программы аппарат совершил две посадки на поверхность небесного тела и осуществил взятие проб грунта. Различные неисправности в работе оборудования поставили миссию под угрозу провала, но тем не менее специалисты смогли вернуть аппарату возможность управления и направить его в феврале 2009 г. в сторону Земли. В июне 2010 г. капсула с образцами грунта астероида Итокава была доставлена на Землю. Этот космический полет продемонстрировал, что Япония стала третьей страной после СССР и США, которые смогли подготовить и осуществить подобную миссию.

В сентябре 2007 г. японское космическое агентство подготовило вторую миссию для исследования Луны. Космический аппарат «Кагуя»¹¹ (SELENE по классификации NASA) был запущен 14 сентября 2007 г. и по плану должен был выйти на окололунную орбиту и провести подробное картографирование поверхности Луны с разрешением около 15 км. Программа миссии была успешно выполнена, удалось составить карту лунной поверхности в различных диапазонах спектра: в видимом, рентгеновском и инфракрасном. Дополнительно были исследованы некоторые кратеры, которые заинтересовали ученых, а также ряд мест, где возможно было предположить наличие воды в виде льда.

Стремясь развить успех по исследованию планет Солнечной системы, японское космическое агентство обратило внимание в сторону Венеры. 20 мая 2010 г. к Венере была запущена автоматическая станция «Акацуки»¹² (PLANET-C по классификации NASA). Целью миссии, по аналогии с ранее неудавшейся миссией к Марсу, стал выход исследовательского зонда на околовенерианскую орбиту и изучение атмосферных явлений и процессов в различных диапазонах.

В полете к Венере у «Акацуки» возникли различные технические неисправности, что могло привести к потере аппарата и провалу миссии. Благодаря усилиям специалистов со второй попытки 7 декабря 2015 г. «Акацуки» удалось вывести на орбиту вокруг Венеры,

⁹ Nozomi // *Institute of Space and Astronautical Science*. <https://science.nasa.gov/mission/nozomi/> (дата обращения: 22.02.2024).

¹⁰ Hayabusa. // *Institute of Space and Astronautical Science*. <https://www.jpl.nasa.gov/missions/hayabusa> (дата обращения: 24.02.2024).

¹¹ KAGUYA (Celene). https://www.selene.jaxa.jp/index_e.htm (дата обращения: 24.02.2024).

¹² Venus Climate Orbiter AKATSUKI. <https://akatsuki.isas.jaxa.jp/en/> (дата обращения: 25.02.2024).

и аппарат смог приступить к выполнению целевой программы. Автоматическая межпланетная станция «Акацуки» в настоящее время (по состоянию на июль 2024 г.) частично функционирует и продолжает передавать различные снимки Венеры и исследовательские данные на Землю.

В период 2010-х гг. Япония решила повторить свой успех по доставке грунта с астероидов. В качестве цели миссии был определен астероид Рюгу. В процессе создания нового автоматического зонда, способного совершить посадку на астероид и брать с него пробы грунта, разработчиками и проектировщиками был учтен негативный опыт предыдущей миссии и устранены технические проблемы, которые вновь могли бы привести к поломкам оборудования в ходе полета. Старт миссии автоматической межпланетной станции «Хаябуса-2»¹³ состоялся 3 декабря 2014 г. Выполнив необходимые гравитационные маневры вокруг Земли, аппарат без происшествий отправился к целевому астероиду, с которым совершил сближение 28 июня 2018 г. В ходе выполнения программы «Хаябуса-2» произвел успешную высадку трех посадочных модулей, которые провели изучение поверхности астероида. 22 февраля и 11 июля 2019 г. сам зонд «Хаябуса-2» совершил две посадки на астероид Рюгу для взятия образцов грунта. Выполнив запланированную программу, 13 ноября 2019 г. «Хаябуса-2» сошел с орбиты астероида и направился к Земле.

Следует обратить внимание, что миссия «Хаябуса-2» не закончилась доставкой образцов грунта астероида на Землю. Достигнув орбиты Земли 5 декабря 2020 г. и сбросив капсулу с полученными образцами грунта, исследовательский зонд продолжил свой полет к следующим целевым небесным телам: к астероидам с порядковыми номерами 2001CC и 1998KY. Согласно программе миссии «Хаябуса-2» пролетит вблизи астероида 2001CC в июле 2026 г., а в июле 2031 г. сможет достичь астероида 1998KY, выйти на орбиту вокруг него и попытаться произвести запланированные исследования поверхности.

Таким образом, рассмотрение реализации японской космической политики начиная с 1970 г. показало, что она прошла ряд определенных этапов, сменив направленность научных исследований – от изучения воздействия радиоволн и частиц на верхние слои земной атмосферы до изучения крупных планет Солнечной системы и астероидов.

Современное состояние японских космических программ по освоению тел Солнечной системы

В исследовании тел Солнечной системы Японией достигнут значительный прогресс благодаря продолжающимся миссиям к планетам и астероидам. Полученные достижения в области технологий продолжают стимулировать исследовательские усилия страны, направленные на освоение небесных космических тел. Одним из главных направлений деятельности Японского космического агентства на сегодняшний день является реализация проектов по исследованию Луны. На данный момент продолжает функционирование аппарат Smart Lander for Investigating Moon (SLIM), который был запущен 7 сентября 2023 г. Эта миссия позволяет исследовать технологию точечной посадки небольших лунных зондов¹⁴.

Рассмотрим перспективные программы японского космического агентства, запланированные на ближайшее будущее для продолжения исследования небесных тел Солнечной системы, а также для отработки перспективных технологических решений.

¹³ Hayabusa2 // *Institute of Space and Astronautical Science*. <https://science.nasa.gov/mission/hayabusa-2/> (дата обращения: 25.02.2024).

¹⁴ In Search of Origins Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) // *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. <https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/current/slim.html> (дата обращения: 18.02.2024).

Япония планирует осуществить запуск аппарата DESTINY⁺¹⁵ (Deep Space Exploration Technology Demonstrator, демонстратор технологий освоения дальнего космоса) для того, чтобы опробовать ряд экспериментальных технологий, таких как: новые электрореактивные ионные двигатели, устройства терморегулирования для космической аппаратуры и облегченные солнечные панели с самым высоким (в настоящее время) коэффициентом полезного действия. В случае успеха, внедрение подобного оборудования и использование его в будущих миссиях позволит Японии повысить надежность бортовых систем и значительно снизить стоимость производства межпланетных станций.

Аппарат DESTINY⁺ в рамках своей миссии будет запущен в направлении метеорного потока Гемениды. Кроме отработки новых технологий будут проведены исследования природы космической пыли, а также астероид-родитель указанного метеорного потока – Фазтон. Запуск DESTINY⁺ изначально был назначен на 2022 г., но регулярно переносился в силу возникновения различных причин, поэтому сейчас старт миссии назначен на 2025 г.

Совместно с ЕКА и NASA японское космическое агентство планирует еще одну перспективную и амбициозную миссию – по полету к спутникам Марса и доставке на Землю образцов грунта. Здесь как раз будет чрезвычайно полезен опыт Японии в подготовке и осуществлении двух успешных подобных миссий, описанных выше («Хаябуса», «Хаябуса-2»).

Проект получил название MMX¹⁶ (Martian Moons eXploration, исследование лун Марса). В рамках данной международной кооперации на японскую сторону возложено техническое обеспечение миссии, разработка и запуск автоматической межпланетной станции, способной осуществить полет к спутникам Марса, и доставка образцов грунта на Землю. Европейские и американские стороны в свою очередь разрабатывают и предоставляют различное научно-исследовательское оборудование, а также изготавливают колесный ровер, предназначенный для высадки на поверхность Фобоса (естественного спутника Марса).

План миссии включает в себя выход аппарата MMX на орбиту Фобоса, проведение различных исследований, посадку на поверхность Фобоса, высадку ровера и взятие образцов грунта. Следующим этапом планируется перелет ко второму меньшему спутнику Марса – Деймосу и совершение нескольких облетов по его орбите. После завершения программы MMX должен отправить в сторону Земли возвращаемую капсулу с образцами грунта Фобоса. На данный момент планируемая дата запуска – 2026 г., за этим последует выход на марсианскую орбиту в 2027 г., а возвращение на Землю – в 2031 г.¹⁷ Аппарат будет заниматься анализом межпланетной и межзвездной пыли с использованием анализатора пыли, разработанного под руководством Штутгартского университета и поддерживаемого DLR (Немецкий центр авиации и космонавтики). Этот анализ будет проводиться одновременно во время полета в межпланетном пространстве до достижения целевого астероида Фазтон¹⁸.

Таким образом, Япония обладает большим научным потенциалом и определенным опытом в разработке и реализации космических проектов. Однако она, как и любое другое государство, не может самостоятельно развивать и реализовывать глобальные космические проекты, поэтому страна активно участвует в международном сотрудничестве с другими государствами и организациями в космической отрасли.

¹⁵ Deep Space Exploration Technology Demonstrator DESTINY+. https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/developing/destiny_plus.html (дата обращения: 28.02.2024).

¹⁶ MMX (Martian Moons Exploration). <https://www.mmx.jaxa.jp/en/> (дата обращения: 29.02.2024).

¹⁷ Martian Moons exploration // Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). <https://www.mmx.jaxa.jp/en/index.html> (дата обращения: 19.02.2024).

¹⁸ Developing: Deep Space Exploration Technology Demonstrator DESTINY+ // Institute of space and astronautical science. https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/developing/destiny_plus.html (дата обращения: 19.02.2024).

Участие Японии в международной космической кооперации

Используя свой опыт в подготовке и реализации сложных миссий по исследованию небесных тел Солнечной системы, Японское космическое агентство активно участвует в осуществлении международных проектов в кооперации с Европейским космическим агентством (ЕКА) и NASA.

Международная миссия BepiColombo¹⁹ – совместный проект ЕКА и Японского космического агентства по исследованию Меркурия, самой ближайшей планеты к Солнцу. Цель миссии – исследование и картографирование поверхности Меркурия, получение информации о составе грунта, изучение магнитных полей планеты, а также поиск возможного наличия водяного льда в полярных областях.

Миссия BepiColombo стартовала 20 октября 2018 г. Сложностью данной миссии является сам полет автоматической станции к Меркурию: для того, чтобы аппарат смог с нужной скоростью выйти на околомеркурианскую орбиту в декабре 2025 г., ему необходимо выполнить девять гравитационных маневров (один у Земли, два раза у Венеры и шесть раз у Меркурия). По состоянию на февраль 2024 г., аппарат BepiColombo успешно совершил шесть гравитационных маневров и продолжает полет в штатном режиме.

Одним из наиболее амбициозных международных проектов по исследованию Луны на сегодняшний день является программа «Артемида» во главе с Американским космическим агентством NASA. В рамках данной программы Японии было поручено разработать аппарат для отработки технологий полета к Луне и осуществлению мягкой посадки на лунную поверхность. Японским космическим агентством был создан аппарат SLIM²⁰ (Smart Lander for Investigating Moon, интеллектуальный посадочный модуль для исследования Луны). Основная задача полета – отработка точного метода посадки на поверхность Луны. Дополнительно он должен обеспечивать возможность изучения содержания металлов в лунном грунте.

Изначально старт миссии был запланирован на 2021 г., но из-за различных технических причин запуск неоднократно переносили. В итоге SLIM был запущен к Луне 6 сентября 2023 г. Посадка на поверхность Луны была осуществлена 19 января 2024 г., и Япония официально стала пятой страной, чей аппарат способен произвести мягкую посадку на Луне (после СССР, США, Китая и Индии).

Несмотря на то, что посадку на поверхность Луны удалось выполнить с достаточно высокой точностью (с круговым отклонением менее 100 метров), миссию невозможно признать полностью успешной, так как зонд SLIM перевернулся при посадке и бортовое оборудование оказалось частично непригодно для использования. Солнечные батареи аппарата SLIM не смогли раскрыться, и обеспечение электроэнергией осуществляется путем использования аккумуляторных батарей. Зонду удалось установить устойчивую радиосвязь с Землей, но работоспособность приборов будет ограничена по времени истощением емкостей бортовых аккумуляторов.

В рамках своего участия в космическом проекте «Артемида» Япония разрабатывает технологии для лунной орбитальной станции, в том числе будет представлена новая улучшенная версия японского грузового космического корабля HTV, который примет на себя функции обеспечения снабжения лунной миссии, а также осуществлена разработка интеллектуального лунного посадочного модуля (SLIM) для изучения распределения воды²¹. В ходе реализации

¹⁹ About Mercury Exploration Mission «BepiColombo». <https://global.jaxa.jp/projects/sas/bepi/> (дата обращения: 26.02.2024).

²⁰ About Smart Lander for Investigating Moon (SLIM)/ <https://global.jaxa.jp/projects/sas/slim/> (дата обращения: 27.02.2024)

²¹ JAXA and Honda to Begin a Feasibility Study on a Circulative Renewable EnergySystem – Enabling sustainable space activities by creating environment to sustain human life in space / *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. https://global.jaxa.jp/press/2021/06/20210614-2_e.html (дата обращения: 23.02.2024).

этого проекта JAXA планирует строительство лунного завода по производству водорода на Луне [Борисова, Леонов 2023].

Международное сотрудничество в освоении Луны, как и потенциальное сотрудничество Японии с Соединенными Штатами в миссии Gateway и строительстве Gateway station, обеспечивает использование общих ресурсов, опыта и разнообразных точек зрения для научных достижений в освоении космоса²². Япония также присоединилась к Соединенным Штатам в продлении эксплуатации Международной космической станции до 2030 г.²³ В рамках партнерства по строительству лунной орбитальной станции JAXA создает систему жизнеобеспечения I-Hab, батареи и термостат, которые ЕКА сможет установить перед запуском, что имеет решающее значение для автономного функционирования модуля. Среди новых технологий Япония разрабатывает такие, которые обеспечивают исследование небесной поверхности под действием силы тяжести, технологии пребывания человека в космосе (решая вопросы влияния радиации на человека и технологии регенерации воздуха и воды) и метод поставки технологий в дальний космос²⁴. В том числе уже известно, что японский астронавт будет участвовать в работе лунной станции²⁵.

Параллельно JAXA совместно с Европейским космическим агентством и Канадским космическим агентством (CSA) реализует проект European Large Logistics Lander – Европейский большой логистический посадочный модуль Agronaut, который планируется к запуску в 2030 г. Но более существенный вклад страна вносит в исследование Луны, разрабатывая совместно с НАСА, JAXA и Toyota Corporation герметичный луноход для космонавтов, которые смогут путешествовать по поверхности Луны. Планируется завершить подготовку к 2029 г.²⁶

Реализация всех перечисленных проектов позволяет сделать вывод, что Япония в настоящее время уже стала полноценным участником международных программ по освоению тел Солнечной системы и продолжает наращивать свои возможности в этом направлении.

Однако нельзя не учитывать и собственные амбиции Японии по расширению возможностей страны в области добычи космических ресурсов. В целях усиления своего влияния на космических рынках стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) еще в 1993 г. Япония инициировала учреждение Азиатско-Тихоокеанского регионального форума космических агентств (APRSAF).

Этот форум, или как многие называют его многонациональное космическое агентство (одна из крупнейших конференций по космосу), создан, как следует из учредительных документов, для продвижения и расширения использования результатов космической деятельности в мирных целях для социально-экономического развития в Азиатско-Тихоокеанском регионе. APRSAF объединяет около 40 стран, включая Индию и Китай, а также более 20 международных организаций. В работе ежегодных собраний этой организации принимают активное участие также представители промышленных компаний, университетов, научно-исследовательских институтов. Они обмениваются мнениями и информацией о национальных космических программах и ресурсах; обсуждают возможности дальнейшего сотрудничества

²² Japan positioned for outsize role in NASA's moon, Mars plans // *POLITICO*. <https://www.politico.com/story/2019/01/30/international-space-station-privatize-japan-1132889> (дата обращения: 19.02.2024).

²³ NASA, Japan Announce Gateway Contributions, Space Station Extension // *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-japan-announce-gateway-contributions-space-station-extension/> (дата обращения: 20.02.2024).

²⁴ Research on space exploration for the Artemis Program // *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. <https://www.kenkai.jaxa.jp/eng/research/exploration/exploration.html> (дата обращения: 20.02.2024).

²⁵ Япония скоро отправит астронавта на Луну // *Новая наука*. <https://new-science.ru/yaponiya-skoro-otpravit-astronavta-na-lunu/> (дата обращения: 19.02.2024).

²⁶ Interview NASA Exploration Science Forum 2020 Glaze & Kirasich. <https://global.jaxa.jp/activity/int/index.html> (дата обращения: 20.02.2024).

разработчиков и пользователей космической техники на взаимовыгодной основе; выявляют области, представляющие взаимный интерес; определяют меры по сохранению окружающей среды, борьбе со стихийными бедствиями в АТР с помощью космических технологий²⁷.

Желание Японии создать APRSAF в 1993 г. во многом было продиктовано стремлением противостоять Китаю, который в этот период уже приступил к активному освоению космоса. Усиление влияния Китая в этом регионе позднее, в 2008 г., нашло свое проявление в создании по его инициативе организации – Азиатско-Тихоокеанской организации по космическому сотрудничеству (APSCO). В эту организацию кроме Китая вошли еще восемь государств с менее развитой космической индустрией: Бангладеш, Индонезия, Иран, Монголия, Пакистан, Перу, Таиланд, Турция. При этом APSCO не предусматривал расширения числа своих членов. По сути, это означало, что путь в эту организацию для Японии был закрыт. Как, впрочем, и для Индии тоже [Тутнова 2013].

Учитывая сложившуюся ситуацию, в рамках APRSAF Япония стремится наладить отношения с другими странами, чтобы противостоять Китаю. Так, в начале февраля 2023 г., во время визита Президента Филиппин Фердинанда Маркоса-младшего в Токио, было подписано соглашение между Японией и Филиппинами в космической сфере, включая сотрудничество в области исследования окружающей среды и астронавигации. Токио помог Маниле успешно запустить малые спутники Diwata и Maya благодаря сотрудничеству между Министерством науки и технологий Филиппин с японскими университетами. В январе 2023 г. Манила присоединилась к проекту Sentinel Asia как поставщик данных. Предполагается, что, когда Sentinel Asia вступит в активную фазу, PhilSA предоставит снимки Земли с двух своих спутников – DIWATA-2 и NovaSAR-1²⁸.

В рамках APRSAF Япония стремится наладить близкие отношения и с Таиландом. Так, 6 октября 2023 г. состоялся 29 форум APRSAF, в котором приняли участие более 500 человек. Он был организован Тайваньским космическим агентством (TACA). Тема форума «Ускорение космической экономики через региональное партнерство». Форум был посвящен обсуждению того, как страны могут лучше интегрировать свои ресурсы и развивать сотрудничество в современных условиях.

Следует выделить и совместный проект Японии и Вьетнама по разработке и производству малых спутников мониторинга. Это сотрудничество не имеет аналогов, так как предложенные Вьетнаму аппараты ASNARO по характеристикам превосходят эксплуатируемые Японией разведывательные спутники системы IGS, при этом проект предполагает передачу уникальных технологий.

Японская модель организации космических исследований

Как показал проведенный анализ реализованных Японией космических программ, в последние годы эта страна стала одной из ведущих в развитии новейших космических технологий. Можно отметить, что наряду с США, японская научная система на сегодняшний день является одной из самых передовых в мире, что подтверждается широтой изучаемых проблем, технической оснащенностью космических проектов, а также высоким статусом научных разработок в общественном сознании.

При этом нужно отметить, что в отличие от США и Китая, Япония не относится к числу стран, которые вкладывают в космические проекты значительные суммы бюджетных ресурсов.

²⁷ Официальный сайт APRSAF. <https://www.aprsaf.org/jp/about/> (дата обращения: 25.02.2024).

²⁸ Проект Sentinel Asia стартовал в 2006 г. и направлен на повышение эффективности борьбы со стихийными бедствиями в регионе за счет использования космических технологий. <https://ipdefenseforum.com/ru/2023/03/япония-и-филиппины-укрепляют-потенци/> (дата обращения: 28.02.2024).

Так, по данным немецкого статистического агентства Statista²⁹, в 2022 г. Япония занимала третье место по объему финансирования космических проектов, составившему 4,9 млрд долл., в то время как США и Китай имели бюджет на освоение космоса в 62 млрд долл. и 11,94 млрд долл. соответственно.

Достижение такого эффекта обусловлено, прежде всего, моделью организации космических исследований в Японии. С точки зрения государственного управления космической отраслью Япония имеет принятый в большинстве стран подход, когда основные функции управления и регулирования отрасли сосредоточены в одном государственном органе. К данной системе управления Япония перешла в 2003 г. на основе объединения трех структур – Института космонавтики и астронавтики (ISAS), Национального агентства по исследованию космоса (NASDA) и Национальной аэрокосмической лаборатории Японии (NAL) – в единое Японское агентство космических исследований (JAXA). На сегодняшний день JAXA в статусе государственного органа занимается разработкой и реализацией космических и авиационных программ страны. При этом оно является независимым административным институтом, управляемым японским Министерством образования, культуры, спорта и технологий и Министерством внутренних дел и коммуникаций Японии.

JAXA обладает широким спектром полномочий в области реализации космических программ, что позволяет ему использовать несколько механизмов проведения научных исследований и разработок, обеспечивающих высокую эффективность выполнения поставленных задач.

Во-первых, JAXA осуществляет привлечение в космические проекты частных компаний и передачу им значительной части работ по созданию космической техники и технологий. Для реализации этого механизма используются два направления финансирования: первое реализуется в форме государственного заказа, а второе – путем создания специальных фондов финансирования проектов частных предприятий, осуществляющих разработки технологий в космических областях, включая ракеты-носители и спутниковые созвездия. Так, в 2023 г. был создан Стратегический космический фонд с бюджетом в 1 трлн иен (6,2 млрд долл.), который будет поддерживать развитие частных компаний в течение 10 лет³⁰.

Создание этого фонда демонстрирует стратегическую цель развития японской космонавтики, состоящую в обеспечении максимально возможного участия частных компаний в создании автономных космических экосистем, управляемых самим частным сектором.

Высокая заинтересованность частного бизнеса в участии в космических программах была поддержана со стороны государства принятием ряда законодательных актов, закрепляющих права частных компаний на участие в космических программах. В 2008 г. в Японии был принят «Основной закон о космосе»³¹, ставший базой современной космической стратегии страны, где определен приоритет интересов национальной безопасности и частного сектора. С принятием закона были созданы предпосылки для институциональных и структурных реформ в космической отрасли Японии, обеспечивающих полноценное участие частных корпораций в космических программах. Закон также закрепил систему государственной поддержки и стимулирования участия частных компаний в реализации космической политики Японии.

²⁹ Государственные расходы на космические программы в 2020 и 2022 г. в разбивке по основным странам. <https://www.statista.com/statistics/745717/global-governmental-spending-on-space-programs-leading-countries/> (дата обращения: 20.02.2024).

³⁰ Японское космическое агентство ищет коммерческие технологии для будущих космических станций. <https://www.ixbt.com/news/2024/07/09/japonskoe-kosmicheskoe-agentstvo-ishet-kommercheskie-tehnologii-dlja-budushih-kosmicheskikh-stancij.html?ysclid=lyr2dbg9n1310491466> (дата обращения: 21.07.2024).

³¹ Основной закон о космосе. http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_housei.nsf/html/housei/kaiji169_1.htm. (дата обращения: 17.07.2024).

В 2016 г. были приняты «Закон о запуске спутников и управлении спутниками»³² и «Закон об обеспечении надлежащей обработки данных спутникового дистанционного зондирования»³³, которые упорядочили систему получения разрешений и лицензий на осуществление соответствующего вида космической деятельности.

Высокая заинтересованность частного бизнеса в участии в космических проектах обусловлена не только активной государственной поддержкой, но и инновационной моделью развития японских корпораций, сформировавшейся еще в 1980-е гг.

На сегодняшний день в космической отрасли Японии сформировалась группа корпораций-лидеров, которые выполняют ключевые задачи в развитии космонавтики. Так, Mitsubishi Heavy Industries отвечает за сборку и поддержку ракет Н-ПА, Kawasaki Heavy Industries и IHI Corporation специализируются на твердотопливных двигателях и сборке легких ракет-носителей на твердотопливной тяге, Mitsubishi Electric и NEC Corporation занимаются сборкой японских спутников, Toyota Corporation участвует в программе освоения Луны, где за ней закреплены разработка и создание герметичного лунохода для космонавтов³⁴.

Во-вторых, не менее важным механизмом развития японской космической отрасли является использование возможностей всего научного потенциала страны для проведения научно-исследовательских работ в области космоса. Япония вкладывает значительные средства в развитие своего научного потенциала (в 2022 г. 168,6 млрд долл.³⁵), что обеспечивает ей третье место в мире после США и Китая.

При этом нужно отметить особенность государственных затрат Японии на научно-исследовательские разработки: основные государственные ассигнования направляются преимущественно на проведение фундаментальных исследований и общественно необходимых научно-исследовательских работ, далеко отстоящих от стадии коммерциализации результатов [Зайцев 1992]. Но поскольку результаты фундаментальных исследований рассматриваются как всеобщий ресурс, который может использоваться всем человечеством, то они обладают доступностью для корпораций. Кроме того, важное значение имеет широкий диапазон проводимых в стране фундаментальных исследований, который обеспечивает научно-исследовательский эффект за счет синтеза знаний из различных областей, что способствует взаимодействию фундаментальных и прикладных исследований. В значительной мере способствует развитию фундаментальной и прикладной науки наличие хорошо отлаженной инфраструктуры для глубокого и всестороннего изучения научно-технических тенденций за рубежом и распространения соответствующей информации [Зайцев 1992].

Если рассмотреть прямые вложения государственных бюджетных средств в JAXA, то они значительно ниже, чем вложения частных компаний в космические проекты (таб. 1).

Таблица 1. Годовой бюджет агентства аэрокосмических исследований (JAXA), 2006–2024 гг.

Фин. г.	Млрд иен	Млрд долл. США
2006	180	1,13
2007	184	1,16

³² Закон о запуске спутников и управлении спутниками. 2016 г., No 76. https://www8.cao.go.jp/space/english/activity/documents/space_activity_act.pdf (дата обращения: 17.07.2024).

³³ Закон об обеспечении надлежащей обработки данных спутникового дистанционного зондирования. 16.11.2016 г., No 77. https://www8.cao.go.jp/space/english/rs/rs_act.pdf (дата обращения: 17.07.2024).

³⁴ Interview NASA Exploration Science Forum 2020 Glaze & Kirasich // <https://global.jaxa.jp/activity/int/index.html> (дата обращения: 20.02.2024).

³⁵ Россия вошла в топ-10 стран, которые больше всего тратят на науку. <https://nversia.ru/news/rossiya-voshla-v-top-10-stran-kotorye-bolshe-vsego-tratyat-na-nauku/> (дата обращения: 21.07.2024).

2008	188	1,19
2009	204	1,29
2010	194	1,22
2011	184	1,16
2012	195	1,23
2013	190	1,20
2014	184	1,16
2015	181	1,14
2016	182	1,15
2017	183	1,15
2018	183	1,15
2019	187	1,18
2020	214	1,35
2021	226	1,42
2022	219	1,38
2023	216	1,36
2024	155	0,97
Итого за 19 лет:	3466	22,99

Источник: Статистическое агентство Statista. <https://www.statista.com/statistics/1049184/japan-budget-annual-jaxa/> (дата обращения: 10.07.2024).

Как показывают приведенные в табл. 1 данные, годовой бюджет аэрокосмического агентства невелик и остается практически стабильным на протяжении восемнадцати лет (1,13–1,42 млрд долл.), в то время как объем корпоративных НИОКР за этот же период увеличился на 43% – с 94,6 млрд долл. до 135,2 млрд долл. Это подтверждает вывод о ведущей роли частных компаний в развитии японской космонавтики.

В-третьих, Япония является участником широкой международной кооперационной деятельности в области развития космических проектов. Важным фактором для Японии в деле космической кооперации выступает стремление к расширению научных знаний, технологическому развитию и укреплению мирового влияния в космической сфере при ограниченном финансовом участии. Так, японское аэрокосмическое агентство JAXA участвует в проекте Международной космической станции (МКС), где оно разрабатывает новый комплекс систем жизнеобеспечения и модернизирует имеющиеся на станции системы очистки воздуха и воды с применением новых технологий. По данным Kyodo, Япония в общей сложности в течение всего периода действия станции вложила около 900 млрд иен (порядка 3 млрд долл.) в различные проекты на МКС³⁶.

Заметную роль Япония играет в международном проекте NASA по исследованию Луны «Артемиды». В рамках данной программы Японское космическое агентство проводит исследования и разработки технологий и оборудования для обеспечения лунной орбитальной станции, а также создания нового космического корабля для транспортировки грузов HTV-X.

³⁶ Япония решила продлить свое участие в программе МКС до 2024 г. Электронный ресурс: <https://tass.ru/kosmos/2506937> (дата обращения: 21.07.2024).

На участие в этом проекте со стороны Японии вложено 770 млн долл., основная часть которых пошла на разработку беспилотного грузового корабля³⁷.

Наиболее существенный вклад JAXA внесла в реализацию миссии BepiColombo для исследования Меркурия. Бюджет японской части этой программы составляет примерно 1,65 млрд евро³⁸. Как и предыдущие программы она реализуется с привлечением японских корпораций, принимающих на себя основной объем затрат. При этом включение частного капитала в международные проекты осуществляется с последующей передачей им прав на пользование полученными результатами исследований, что формирует у корпораций высокую заинтересованность в участии в космических программах.

Заключение

Японская модель организации космических исследований демонстрирует уникальный подход к оптимальному распределению финансовых и научно-исследовательских ресурсов, который позволяет стране достигать значительных результатов в освоении космических программ. Важнейшая роль в этой модели отводится частному сектору. Государство привлекает к участию в реализации крупнейших космических проектов частные компании, которым оказывается поддержка в осуществлении поставленных перед ними задач. Такой подход способствует качественному росту космической отрасли Японии и приближает страну к достижению позиции мирового лидера в освоении космоса.

Японский опыт организации космических исследований был бы полезен и для России, тем более что по объему космического бюджета она близка к показателям Японии (в 2022 г. расходы Роскосмоса составили 3,42 млрд долл.). Особенно это касается привлечения частных компаний в космические программы. В настоящее время Россия только начинает использовать возможности частного бизнеса в изготовлении спутников, но расширение привлечения частного капитала в космические программы открывает для страны новые возможности. В последнее время в стране начали разрабатывать финансовые инструменты, повышающие привлекательность участия частного бизнеса в долгосрочных проектах [Солдатова, 2022], что может послужить стимулом для расширения их деятельности в этом направлении.

В то же время Россия недостаточно активно участвует в международной космической кооперации. На сегодняшний день известно лишь о нескольких международных проектах с участием России, США и Китая. Между тем спрос на космические услуги в мире огромный и постоянно возрастает. Представляется, что российская космическая отрасль может найти широкий спектр заказов на совместные с другими странами проекты по изготовлению и запуску космических аппаратов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Блохина Т. К., Мошаев И. А., Мысляева И. Н., Павлов И. А., Фесянова О. А. Азиатская космическая гонка: новые приоритеты на промышленное освоение тел Солнечной системы // *Проблемы Дальнего Востока*. 2023. Выпуск №5 С. 65–77. DOI: 10.31857/S013128120027584-3

³⁷ Япония потратит на космические проекты рекордные \$2,6 млрд. <https://www.bfm.ru/news/453583> (дата обращения: 21.07.2024).

³⁸ The BepiColombo spacecraft is ready to solve many mysteries of Mercury // *JAXOO. NEWS*. July, 11, 2017. <https://www.yahoo.com/entertainment/bepicolombo-spacecraft-ready-solve-many-115732040.html> (дата обращения: 20.07.24).

- Борисова Е.А., Леонов В.А. Япония как участник программы Artemis: планы по добыче полезных ископаемых на Луне // *Восточная аналитика*. 2023. №14(3). С. 18–25. DOI: 10.31696/2227-5568-2023-03-018-025
- Зайцев В.К. Механизм реализации достижений научно-технического прогресса в экономике Японии. – *Автореферат дис. д.э.н.* Москва: ИМЭМО. 1992.
- Лонгсон Дж.М. Японский спутник // *Zamons*. <https://zamons.com/ru/article/1988834-iaponskii-sputnik> (дата обращения: 20.02.2024).
- Солдатова А.О. Оценка эффективности стратегии «всепогодного» портфеля для пассивного инвестирования // *Сберегательное дело за рубежом*. 2022. № 3. С. 47–57.
- Тутнова Т.А. Космические программы Индии, Китая, Японии // *Международные отношения. Политология. Регионоведение. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2013. № 3 (1). С. 362–367.

REFERENCES

- Blokhina, T.K., Moshayev, I.A., Myslyayeva I.N., Pavlov I.A., Fesyanova O.A. (2023). Aziatskaya kosmicheskaya gonka: novye priority na promyshlennoe osvoenie tel Solnechnoi sistemy [The Asian Space Race: New Priorities for the Industrial Development of Solar System Bodies]. *Problemy Dal'nego Vostoka* [Far Eastern Studies], 5, 65–77. DOI: 10.31857/S013128120027584-3 (In Russian).
- Borisova, E.A., Leonov, V.A. (2023). Yaponiya kak uchastnik programmy Artemis: plany po dobyche poleznykh iskopaemykh na Lune [Japan as a Participant of the Artemis Program: Plans for Mining on the Moon]. *Vostochnaya analitika*, 14 (3), 18–25. DOI: 10.31696/2227-5568-2023-03-018-025 (In Russian).
- Longson, J.M. Yaponskii sputnik [The Japanese Satellite]. *Zamons*. Retrieved February 20, 2024, from <https://zamons.com/ru/article/1988834-iaponskii-sputnik> (In Russian).
- Soldatova, A.O. (2022). Otsenka effektivnosti strategii «vsepogodnogo» portfelya dlya passivnogo investirovaniya [Evaluation of the Effectiveness of the «All-Weather» Portfolio Strategy for Passive Investment]. *Sberegatel'noe delo za rubezhom* [Savings business abroad], 3, 47–57. (In Russian).
- Tutnova, T.A. (2013). Kosmicheskie programmy Indii, Kitaya, Yaponii [Space programs of India, China, Japan]. *Mezhdunarodnye otnosheniya. Politologiya. Regionovedenie Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [International Relations. Political Science. Regional Studies. Bulletin of the Nizhny Novgorod University Named After N.I. Lobachevsky], 3 (1), 362–367. (In Russian).
- Zaitsev, V.K. (1992). Mekhanizm realizatsii dostizhenii nauchno-tekhnicheskogo progressa v ekonomike Yaponii [The Mechanism of Realization of Achievements of Scientific and Technological Progress in the Japanese Economy]. Abstract of the dissertation for the Doctor of Economics degree. Moscow: IMEMO. (In Russian).

Поступила в редакцию: 29.03.2024

Received: 29 March 2024

Принята к публикации: 20.10.2024

Accepted: 20 October 2024