

ЯПОНСКИЕ СТРАХ И УЖАС: MARTIAN MOONS EXPLORATION

РЫЖКОВ Евгений Александрович

DOI: 10.7868/50044394821020043

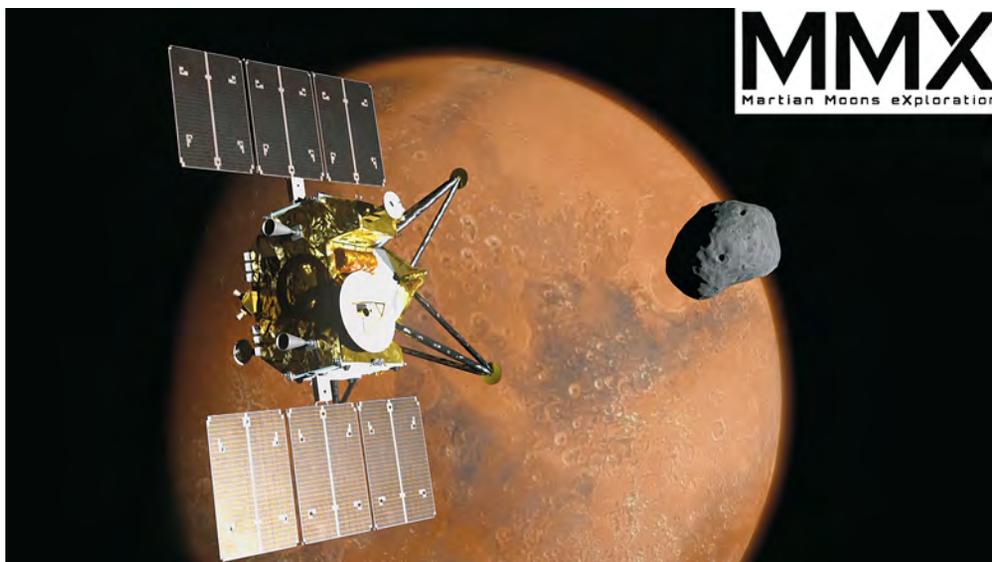
В сентябре 2020 года Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA порадовало мировую общественность, сообщив, что в настоящее время оно разрабатывает и готовит к запуску в 2024 финансовом году исследовательский комплекс для изучения марсианских лун – Фобоса и Деймоса.

Первую попытку «подружиться» с Марсом японцы предприняли 22 года назад, когда в июле 1998 г. в космос отправился восемнадцатый научный спутник Японии – станция *Nozomi* (のぞみ, русская транскрипция – «Нодзоми», в переводе «Надежда», ранее этот проект назывался PLANET-B). Это поместило Японию на третью строчку в списке стран (после СССР и США), отправлявших космические аппараты к Марсу. К сожалению,

вследствие инженерной неопытности «Нодзоми» пролетела мимо Красной планеты. Невесть какой результат, скажут одни, однако это была их первая робкая попытка достижения Марса.

Следующий марсианский проект получил название MMX (Martian Moons eXploration). В 2024–2025 гг. перспективная ракета Н-III запустит аппарат в направлении марсианских лун Фобос (греч. «страх») и Деймос («ужас») для их исследования и доставки

Аппарат MMX на фоне Марса и Фобоса в художественном представлении и логотип проекта. Изображение JAXA/NHK





Руководитель проекта ММХ
Кавакацу Ясухиро

образцов вещества с поверхности одной из них.

Сама мысль осуществить подобный проект возникла еще в начале 1980-х годов в Институте космических исследований Академии наук СССР. Тогда стало понятно, что изучение малых тел Солнечной системы, к которым относятся астероиды, кометы, спутники Марса, – ключ к разгадке эволюции Солнечной системы и, может быть, даже к проблеме происхождения и распространения жизни в ней. История исследований Фобоса в нашей стране очень драматична и много раз описывалась, в том числе в журнале «Земля и Вселенная»¹. Коротко скажем, что первый космический аппарат к Фобосу был запущен в нашей стране в 1988 г. Было получено много важной научной информации о Фобосе и Марсе. Но главная цель той экспедиции – сблизиться с поверхностью Фобоса на несколько десятков метров и сбросить малый посадочный аппарат на его поверхность, так и не была достигнута. Вторая попытка исследовать Фобос закончи-

¹ См. ЗИВ № 4, 2011; № 3, № 6, 1988

лась неудачей при запуске российского космического аппарата «Фобос-Грунт» в 2011 г.

Возможность экспедиции с целью изучения и доставки образцов вещества с Фобоса рассматривали несколько космических агентств. Было предложено несколько проектов в США и Европе, которые, однако, не были приняты. И Япония не осталась в стороне, тем более что на счету японцев появились экспедиции *Hayabusa* (MUSES-C) и *Hayabusa2* по изучению астероидов (6 декабря капсула с веществом астероида Рюгу, собранным в миссии *Hayabusa2*, приземлилась в Австралии).

9 июня 2015 года на втором заседании подкомиссии по космической науке и исследованиям (в составе секции космической промышленности и научно-технической базы Комитета по космической политике) Институт космических и астронавтических наук (Institute of Space and Astronautical Science, ISAS, г. Сатамихара) представил план доставки грунта со спутника Марса. Тогда были предложены разные варианты: оснастить и перелетный, и возвращаемый модули химическим ракетным двигателем или электроракетной двигательной установкой либо перелетный модуль – химическим, а возвращаемый – электрическим двигателем.

Позже ISAS приравнял эту миссию по приоритету к другим значимым проектам, например, по исследованию околоземного астероида (3200) Фазтон и других аполлонов *DESTINY+* (Demonstration and Experiment of Space Technology for INterplanetary voYage Phaethon fLyby and dUst Science), готовящийся к запуску в 2024–2025 гг. Затем появилось и нынешнее название – Martian Moons eXploration (MMX).

19 февраля 2020 г. проект официально перешел на стадию эскизного проектирования, а 21 февраля стало известно, что главным разработчиком

и производителем систем аппарата выбрана компания Mitsubishi Electric Corporation. Руководителем проекта стал Кавакацу Ясухиро (川勝 康弘).

Кандидат технических наук Кавакацу работает в ISAS в отделении разработки систем для автоматических космических миссий. Руководит проектной лабораторией дальнего космоса (Deep Space Mission Design Laboratory, также известной как Kawakatsu Lab), специализирующейся на астродинамике и орбитальной механике. В основном команда лаборатории занимается разработкой траекторий полета межпланетных аппаратов.

Сам господин Кавакацу принимал участие в таких японских проектах, как окололунный орбитальный аппарат *Kaguya* (SELENE), инфракрасная космическая обсерватория *Akari* (ASTRO-F), действующая венерианская орбитальная миссия *Akatsuki* (PLANET-C) и *Hayabusa2* (завершена 6 декабря 2020 г.). В настоящее время его лаборатория сконцентрирована на будущих миссиях – кроме MMX можно назвать уже упоминавшуюся выше DESTINY+ и кубсаты *OMOTENASHI* и *EQUULEUS*, заявленные в качестве попутной нагрузки первого беспилотного полета перспективного американского корабля *Orion* (миссия *Artemis 1*), который запланирован на ноябрь 2021 г.

11 сентября 2020 года глава Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA Ямакава Хироси (山川 宏) сообщил, что исследовательский комплекс для изучения Фобоса и Деймоса готовится к запуску в 2024 финансовом году (до 1 апреля 2025 г.).

РАБОТА У ФОБОСА И ДЕЙМОСА

После старта неполный год уйдет на межпланетное путешествие до Красной планеты – если запуск пройдет

по плану, то есть в сентябре 2024 г., то MMX достигнет геосферы Марса в августе 2025 г., а потом выйдет на арестационную орбиту.

Впоследствии орбита аппарата будет скорректирована, и он окажется на квазисинхронной орбите у Фобоса. На этой орбите будут выполнены дистанционные исследования марсианского спутника. Кроме того, эта орбита станет опорной при выполнении нескольких (одной или двух) посадок на спутник, в результате чего будут получены образцы с его поверхности. Исследования этих образцов в наземной лаборатории помогут лучше понять происхождение марсианских спутников и процессы образования воды в протосолнечной системе.

При первой посадке будет собрано свыше 10 г местных пород. Для этого прибегнут к помощи механизма, сочетающего функции руки-манипулятора и пневматического пробоотборника. Согласно современным данным, полученным в ходе наблюдения в видимом и инфракрасном диапазонах, вещество на поверхности обоих спутников неоднородно, поэтому точное место посадки будет определено скорее всего после первых наблюдений с орбиты около спутников.

После забора грунта с Фобоса MMX пролетит около Деймоса, изучив его вблизи с орбиты. Возвращение на Землю планируется в сентябре 2029 г., то есть продолжительность всей экспедиции составит около 5 лет.

Орбита Фобоса находится к Марсу ближе, чем орбита Деймоса, значит, сила притяжения планеты там больше, и если системам космического аппарата MMX по каким-либо причинам придется экономить энергию, тогда он просто «переключится» на менее энергозатратное изучение Деймоса. Однако Фобос с позиции ученых – объект несказанно более «драгоценный», так как из-за

близости к Марсу на нем периодически должен оседать материал с планеты, после того как в последнюю врезаются метеориты.

Цели проекта:

- прояснить загадку происхождения и эволюции марсианских спутников, что поможет понять, как образовались планеты Солнечной системы;
- пролить свет на механизм развития и эволюции ареосферы Марса;
- развивать технологии космических исследований.

В последнем пункте можно проследить аналогию с новыми научно-техническими задачами, которые решались в ходе миссий *Hayabusa* и *Hayabusa2* по доставке астероидного грунта. Япония, стараясь по всем направлениям догнать ведущие космические державы, параллельно реализует в прямом смысле уникальные задачи, которые до сих пор не решал никто, и тем самым овладевает новейшими технологиями и опытом реализации непростых миссий. А это, в свою очередь, повышает ее международный статус и в качестве партнера по международному сотрудничеству.

Это, кстати, хорошо видно на примере *Artemis* – новой лунной программы США, в которой японцы наверняка примут участие, и не самое последнее. Сейчас идут переговоры об использовании нового грузового корабля HTV-X и перспективной тяжелой ракеты-носителя H-III для выполнения логистических задач (в дополнение к космическому грузовику Илона Маска Dragon XL) проекта окололунной станции Gateway. Также японцы предоставят источники питания для Жилого мини-модуля МНМ (также HALO), а Международный жилой модуль I-HAB обеспечат системами, регулирующими выработку кислорода и воды. Не фантастикой является даже совместная высадка на Луну американцев и японцев во второй половине 2020-х годов.

СОСТАВ КОМПЛЕКСА И ПЕРВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Конструктивно японский комплекс для изучения Фобоса и Деймоса будет состоять из перелетного модуля для достижения окрестностей Марса, а также посадочно-исследовательского и возвратного модулей. Проектируемая масса MMX – около 4 т.

Планируемая к размещению бортовая аппаратура:

- телескоп для подробного обзора особенностей рельефа спутника со степенью пространственного разрешения изображений до 40 см TENGGOO (TElescopic Nadir imager for GeOmOrphology);

- камера для фотографирования рельефа и вещества поверхности в видимом свете OROCHI (Optical Radiometer composed of CHromatic Imagers), предназначенная для поиска гидратных минералов и органических веществ на всем Фобосе и в особенности вокруг зоны предполагаемой «высадки»;

- лидар для получения данных о форме и альбедо Фобоса LIDAR;

- спектрометр ближнего ИК-диапазона MIRS (MMX InfraRed Spectrometer) для подробного изучения минералогического состава Фобоса. Будет «зондировать» спутник на длине волны 0.9–3.6 микрон. Разрабатывается совместно с французским Национальным центром космических исследований CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) и французскими же исследовательскими центрами LESIA-Paris (головная организация), LAB, LATMOS, LAM и IRAP-OMP;

- гамма-нейтронный спектрометр MEGANE (в переводе с японского «очки») для изучения составляющих Фобос элементов (NASA). Разработчиком выступает Университет Джонса Хопкинса (Балтимор, штат Мэриленд);

- прибор для анализа пылевых частиц вокруг Фобоса CMDM (Circum-Martian

Dust Monitor), который будет регистрировать частицы размером более 10 микрон;

- масс-спектрометр для изучения ионов в экзосфере Фобоса MSA (Mass Spectrum Analyzer);

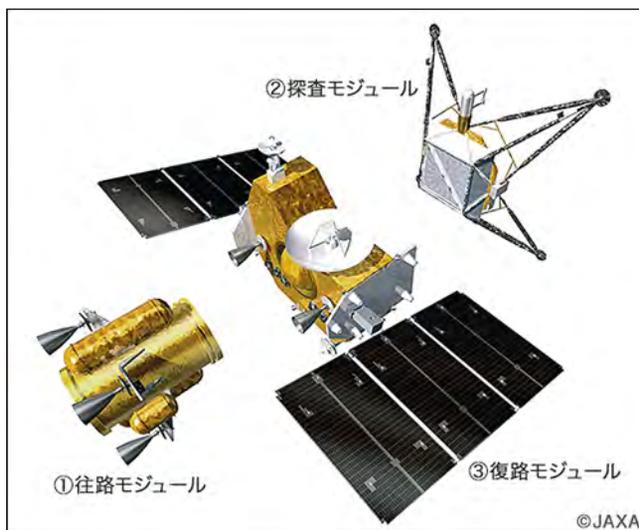
- спектрометр ближнего инфракрасного диапазона MacrOmega (Macroscopique Observatoire pour la Minéralogie, l'Eau, le Glaces et l'Activité или же Macroscopic Observatory for Mineralogy, Water, Ice and Activity);

- франко-германский сбрасываемый малый зонд совместной разработки CNES и Германского аэрокосмического центра DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt);

- грунтозаборные устройства для взятия образцов: оснащенный дистанционным манипулятором C-Sampler (Coring Sampler) – с глубины и P-Sampler (Pneumatic Sampler) разработки американской компании Honeybee Robotics – с поверхности марсианской луны;

- камера для фотосъемки с высоким разрешением 4K/8K совместной разработки JAXA и телерадиовещательной компании NHK.

Кстати, франко-германский зонд будет размером с микроволновку, его заявленная масса в настоящее время составляет около 25 кг. Его сбросят на Фобос до отделения японского посадочного аппарата с целью анализа поверхностного реголита и его состава. Это оптимизирует программу работ, повысит надежность миссии и позволит получить какие-либо научные результаты на основе данных с поверхности Фобоса до прибытия на Землю капсулы с образцами. В отличие от аналогичного аппарата MASCOT, созданного тоже в Германии



Состав комплекса. 1 – перелетный модуль, 2 – исследовательский модуль, 3 – возвратный модуль.
Изображение Mitsubishi Electric

для миссии *Hayabusa2*, который провел на поверхности астероида Рюгу не более суток, его «потомок» сможет двигаться и исследовать поверхность Фобоса порядка 100 дней. Для этого потребуются установить солнечные батареи.

Примечательно, что технология «точной посадки» аппарата на поверхность Фобоса будет прежде отработана в 2022 г. на спутнике-демонстраторе SLIM (Smart Lander for Investigating Moon) при исследовании Луны. И после этого опыт, полученный благодаря «лунному снайперу», специалисты JAXA «подгонят» под задачу посадки и взлета на Фобосе.

6 октября 2020 г. команда миссии оповестила интересующихся ходом развития проекта людей, что в самом разгаре серия испытаний по сбросу такого малого зонда на «поверхность Фобоса». Для этих целей задействован немецкий тестовый стенд LAMA (Landing and Mobility Test Facility) в Бремене. Компьютерное моделирование тоже используется.



Октябрьские тесты на стенде LAMA, Германия. Фотография DLR

После окончания тестов в 2021 г. специалисты обновят модель зонда и приступят к воплощению его в «железо».

МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЛОТИЛИЯ

Несколько стран уже изъявили желание принять участие в миссии. 10 апреля 2017 г. JAXA подписало с французским Национальным центром космических исследований (CNES) исполнительную договоренность (implementing arrangement). CNES предложило изготовить спектрометр ближнего ИК-диапазона MacrOmega, помочь с вопросами динамики межпланетных полетов и участвовать в разработке малого сбрасываемого зонда (совместно с DLR).

22 сентября 2017 г. JAXA заключило с NASA исполнительную договоренность по MMX и другим проектам. Стороны заявили, что на Фобосе могли осесть частицы с Марса, и в случае успеха космиче-

ский аппарат впервые в истории доставит образцы не только с марсианских спутников, но и с самой Красной планеты! Также стало ясно, что рассматривается вопрос предоставления NASA гамма-нейтронного спектрометра MEGANE.

3 октября 2018 г. франко-германский зонд MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) был сброшен с аппарата *Hayabusa2* для анализа поверхности Рюгу. Сразу же после этого главы JAXA, CNES и DLR сделали совместное заявление прямо «с полей» 69-го Международного астронавтического конгресса (International Astronautical Congress), проходившего в немецком Бремене. Из него следует, что MASCOT получит «наследника» в виде малогабаритного зонда для проекта MMX.

18 июня 2019 г. исполнительная договоренность была подписана с DLR. Уточнялось, что Германия предоставит свои испытательные стенды для проведения тестов по сбрасыванию аппарата

с высоты. А 26 июня 2019 г. подписана еще одна договоренность со CNES по MMX и по предоставлению со стороны JAXA образцов, полученных в миссии *Hayabusa2* для анализа. В документе также подробно описаны предыдущие договоренности: изготовление Францией спектрометра *MagOmega* и пр.

И в «нестандартном» 2020 г. работа по налаживанию взаимодействия по проекту не останавливалась. 22 октября глава CNES Жан-Ив Ле Галь (Jean-Yves Le Gall) и глава JAXA Ямакава Хироси провели видеоконференцию, где обсудили сотрудничество в области космоса. Стороны подчеркнули хорошую динамику развития проекта MMX.

Кстати говоря, JAXA и несколько японских университетов проделали работу по оценке возможного загрязнения спутников Марса земными микроорганизмами при выполнении проекта. Результаты исследования передали в международный Комитет по

космическим исследованиям COSPAR (Committee on Space Research). В марте 2019 г. во время заседания совета директоров названный Комитет одобрил предлагаемые JAXA меры в качестве рекомендуемых к исполнению в рамках политики планетарной защиты в соответствии с мировыми стандартами. Их опубликовали в двух частях в электронной версии европейского научного журнала *Life Sciences in Space Research* 10 и 17 июля 2019 г.

*Источники информации
по миссии MMX:*

<http://mmx.isas.jaxa.jp/en/>
https://twitter.com/mmx_jaxa_en

*По материалам JAXA,
Mitsubishi Electric, CNES, DLR, Wikipedia
Первоначально опубликовано на сайте*

«Новости космонавтики»

<https://novosti-kosmonavтики.ru/>
*Автор благодарит за помощь
в подготовке статьи А.В. Захарова
(ИКИ РАН)*

Таков проект японцев. Но очень верим, что и российский проект «Фобос-Грунт 2» (известный также как «Бумеранг»), являющийся составной частью программы «Экспедиция-М» Федеральной космической программы, будет реализован уже существующим поколением российских ученых и инженеров.

Российский проект, кроме взятия образцов с Фобоса и доставки их на Землю для детальных лабораторных исследований, предусматривает обширную программу изучения системы Марса, включающую изучение второго спутника Марса – Деймоса и плазменно-пылевого окружения планеты. Плазменное окружение Марса формируется при взаимодействии потоков солнечного ветра с верхней атмосферой Марса. Кроме того, значительное влияние на свойства околомарсианской среды могут оказывать заряженные микрочастицы реголитов Фобоса и Деймоса, выбиваемые при постоянной бомбардировке их поверхностей микрометеоритами.

Кроме научного значения, подготовка и реализация проекта «Бумеранг», станет базовой технологической отработкой подготовки и выполнения значительно более амбициозного проекта по доставке образцов вещества с поверхности Марса, который является вторым этапом комплексной программы ФКП «Экспедиция-М».

К сожалению, сейчас (конец 2020 г.) проект «Бумеранг» находится в «замороженном» состоянии. Его реализация рассматривается в астрономические окна 2028–2035 гг.