**Межпланетные проекты Роскосмоса и международное сотрудничество**

*Дмитрий Воронцов*

Исследования планет солнечной системы занимали важное место в космической программе Советского Союза. Но экономические проблемы 1990-х годов привели к застою в этом направлении космических исследований. Проекты «Марс-96» и «Фобос-Грунт» закончились авариями. С конца прошлого века большинство межпланетных научных проектов Россия стремилась реализовать совместно с зарубежными партнёрами.

В настоящее время межпланетная научная программа России, которой руководит Институт космических исследований (ИКИ) Российской академии наук, сосредоточена на трёх основных направлениях: Луна, Марс и Венера.

***Луна***

Лунная программа должна решить три важных научных задачи. Во–первых, детальное изучение состава лунного полярного реголита. Во-вторых, для проведения изучения Луны «на месте» требуется освоить технологию добычи и переработки грунта, что является необходимым условием будущего исследования летучих соединений на борту лунной станции и лунных транспортных средств. Наконец, требуется изучить физические условия в полярных зонах. Важны и прикладные задачи, связанные с освоением технологий мягкой посадки, ретрансляции данных с поверхности Луны на Землю и выбор мест будущих пилотируемых экспедиций.

Проекты, связанные с исследованием Луны, разделены на несколько этапов. В первый этап входят миссии «Луна-25, -26 и 27». Эти аппараты должны стартовать с космодрома Восточный на ракетах-носителях «Союз-2». Зонд «Луна-25» планировалось запустить в октябре 2021 года. Но в августе было объявлено о переносе запуска на май 2022 года. Это связано с необходимостью проведения дополнительных испытаний аппарата.

Зонд «Луна-25» должен совершить мягкую посадку в районе Южного полюса Луны. Девять научных приборов аппарата, обеспечат сбор информации о реголите и экзосфере в месте посадки. Один из приборов поставлен Европейским космическим агентством. Проект профинансирован и находится на завершающей стадии сборки и испытаний. В декабре 2020 года Роскосмос выделил дополнительные деньги на завершение проекта. Отправка зонда на космодром Восточный ожидается за месяц или полтора до планируемой даты старта.

В 2024 году на окололунную орбиту планируется вывести аппарат-ретранслятор «Луна-26», который обеспечит передачу на Землю информации, добытой лунными посадочными аппаратами. Кроме того, аппарат выполнит дистанционное изучение Луны для построения карт и цифровой модели лунного рельефа. «Луна-26» выполнит поиск безопасных мест мягкой посадки.

Важнейшей миссией первого этапа станет «Луна-27», запуск которой запланирован на 2025 год. «Луна-27» также реализуется в кооперации с Европейским космическим агентством. Основная задача зонда заключается в сборе и анализе образцов грунта из района Южного полюса Луны. Европейское космическое агентство предоставляет для миссии установку для криогенного бурения до глубины 2 м, посадочное оборудование. Кроме того в состав научной аппаратуры входят европейские приборы, разрабатываемые европейскими участниками проекта: лазерный масс-спектрометр ЛАЗМА ЛР (Швейцария) и детектор нейтральных частиц и плазмы ЛИНА (Швеция)

Проект «Луна-27» реализуется со значительными задержками, впрочем, как и почти все сложные научные космические миссии. В частности, некоторые проблемы возникают с поставкой европейского оборудования. Например, в мае 2018 года Совет по космосу РАН предложил заменить европейские бурильную установку и другое оборудование на отечественные аналоги. По словам разработчиков космического аппарата из Научно-производственного объединения им. Лавочкина, «европейские специалисты, которые должны были изготовить грунтозаборное устройство и систему навигации для посадки космического аппарата на Луне, превысили отведенный им лимит по массе устройств. В связи с этим понадобилась разработка российских аналогов».

По имеющимся данным европейские партнёры выполняют свои обязательства перед Роскосмосом. Так, 29 августа 2019 года глава Европейского космического агентства Йохан-Дитрих Вернер сообщил, что образец бурильной установки уже изготовлен и прошел первые испытания, но «сроки доставки бурильной установки в Россию пока окончательно не определены, ведутся переговоры».

Старт миссии «Луна-27» в настоящее время планируется на 2025 год. В итоге реализации первого этапа Россия должна освоить технологии посадки практически в любой точке Луны, включая обратную сторону. Кроме того, предполагается обеспечить возможность серийного повторения аппаратов типа «Луна-27» для коммерческих запусков в интересах различных заказчиков, в том числе иностранных. При этом цикл создания лунного зонда от получения документации до полной комплектации не должен составить более 10 месяцев.

Второй этап автоматической лунной программы начнётся, как предполагается, в 2027 году запуском тяжёлой станции «Луна-28». Она должна будет вернуть на Землю образцы лунного льда из района Южного полюса Луны. Станция будет оснащена небольшим – масса около 100 кг – самоходным аппаратом. Поскольку «Луну-28» планируется посадить рядом с «Луной-27», это позволит луноходу перевезти образцы лунного грунта с «Луны-27» на «Луну-28». Запуск «Луны-28» планируется с космодрома Восточный ракетой-носителем «Ангара-А5М».

В 2028-29 годах должна состояться миссия Луна-29» с тяжёлым луноходом (масса 1300 кг). Интересно, что конструкция посадочных ступеней станций «Луна-28, - 29» будет подобна пилотируемому лунному взлётно-посадочному комплексу. В проекте «Луна-29» посадочная ступень будет облегченной, её запуск будет осуществляться ракетой «Ангара-А5В» с водородным разгонным блоком, что позволит посадить на Луну станцию массой 4.5 т, включая около 3 т полезной нагрузки.

Пока по этим миссиям ведутся проектные проработки, степень участия зарубежных партнёров пока не определена. Важнейшим техническим результатом второго этапа станет масштабируемая тяжелая посадочная платформа, способная садиться в любую точку Луны с полезной нагрузкой массой до 4.5 т. Очевидно, что второй этап непосредственно связан с планами пилотируемых миссий на Луну.

В более отдалённой перспективе - в 2031-2040 годах - лунные автоматические проекты будут связаны с использованием ракеты-носителя сверхтяжёлого класса. В настоящее время ведётся предварительная оценка концепций различных вариантов лунных аппаратов: тяжёлых орбитальных и посадочных платформ, многоразового лунного корабля для выполнения миссии к окололунным станциям, а также межорбитального транспортного буксира на электроракетных двигательных установках.

По взглядам российских учёных, начиная со следующего десятилетия возможно создание многоразового лунного корабля (вероятно, на базе «Луны-28») для поддержки пилотируемых миссий. На основе орбитального аппарата изучается создание будущей лунной навигационной системы. Орбитальный аппарат также может быть использован на орбите около Луны высотой 100 км, а также в точках Лагранжа L1 и L2 системы «Земля -- Луна». Рассматриваемый межорбитальный буксир предполагается использовать не только для обслуживания экспедиции к Луне, но и в качестве модуля, который будет совершать полеты к астероидам и планетам Солнечной системы.

***Венера***

Пока единственным российским проектом по исследованию Венеры является программа «Венера-Д» («Д» означает «долгоживущая»). Идея автоматической станции, которая могла бы работать на поверхности Венеры около 30 дней, возникла ещё в 1990-х годах.

Из-за финансовых проблем проект долго не получал государственной поддержки. Кроме того, имелась и техническая проблема: электроника станции «Венера-Д» должна длительно работать при температурах до 500℃ и давлениях до 100 бар. Проект был включен в Федеральные космические программы на 2006-2015 и на 2016-2025 годы. Но из-за сокращения бюджета Роскосмоса проект был из этих программ удалён.

В 2013 году проектом заинтересовались американцы. Была создана объединенная российско-американская рабочая научная группа по изучению Венеры на основе миссии «Венера-Д». С российской стороны участниками рабочей группы являются Роскосмос, Институт космических исследований, Научно-производственное объединение имени Лавочкина», Институт геохимии и аналитической химии имени Вернадского и Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. С американской стороны в группу входят представители штаб-квартиры NASA и его научных центров - Лаборатории реактивного движения и Исследовательского центра имени Джона Гленна, а также ряда университетов и исследовательских организаций.

 Американские партнёры обладают технологиями создания электроники из арсенида галлия, способной выдержать температуру 350 градусов Цельсия. По оценкам российских учёных, подобная электроника и спускаемый аппарат из титана могут обеспечить срок работы научных приборов на поверхности Венеры до пятидесяти дней. .

В настоящее время зонд «Венера-Д» состоит из орбитального и посадочного модулей. Орбитальный модуль должен работать около двух лет на орбите спутника Венеры высотой от 400 до 70000 км. В его составе будет находиться американский малый субспутник. Посадочный модуль должен работать на поверхности Венеры два-три часа. На нём планируется разместить приборы для измерения химического состава поверхности и других параметров. Он также должен получить образцы грунта и атмосферы. Модуль оснастят панорамными камерами и спектрометром.

Вместе с посадочным модулем на Венеру предполагается доставить малую долгоживущую станцию LLISSE (Long Living In-situ Solar System Explorer), создаваемую NASA. Срок работы этой станции составляет до четырёх месяцев.

Из-за сложных отношений между Россией и США эти планы могут измениться. В прошлом году появилась информация, что проект «Венера-Д» может быть реализован Россией без участия NASA. Однако пока эта информация не подтверждена.

В начале марта 2021 года научный руководитель Института космических исследований Лев Зелёный сообщил обнадёживающие новости. По его словам, началось техническое проектирование «Венеры-Д», которую планируется отправить в полёт в 2029 году. Лев Зелёный также сообщил, что исследование Венеры не ограничится зондом «Венера-Д». «Финансирование началось, оно достаточное для уровня проектирования на период в два года. В рамках проектирования аппарата «Венера-Д» также будут обсуждаться следующие проекты программы. Это не будет одна миссия, а комплексная программа дальнейших экспедиций», — сказал он.

Вероятно, следующим этапом исследований Венеры станет доставка венерианского грунта на Землю. О планах такой миссии 30 марта 2021 года сообщил руководитель Роскосмоса Дмитрий Рогозин. «Мне [миссия] представляется крайне интересной, потому что она будет связана с забором грунта с Венеры и возвращением на Землю», — сообщил он. Предполагается, что этот проект может быть реализован через два-три года после «Венеры-Д».

В планах есть и третья миссия к Венере, она возможна не ранее середины следующего десятилетия. Её назначение пока не известно.

***Марс***

Исследования Марса Россия ведёт исключительно в международной кооперации с США и Европейским космическим агентством. В частности, на американском спутнике NASA Mars Odyssey с 2002 года работает нейтронный прибор ХЕНД. Он предназначен для исследования состава марсианского грунта и изучения содержания в нем водяного льда. На борту марсохода NASA Curiosity используется прибор установлен российский нейтронный детектор ДАН. Прибор используется для поиска воды на Марсе.

Но крупнейшим марсианским проектом, в котором с 2012 года участвует Россия, является миссия «Экзо-Марс». В 2016 году стартовала миссия первого этапа «Экзо-Марс-2016», состоящая из орбитального модуля TGO (Trace Gas Orbiter) и посадочного модуля Schiaparelli EDM (Entry, Descent and Landing Demonstrator Module). Российским вкладом в этот проект стали ракета-носитель «Протон-М» и два прибора на модуле TGO: Комплекс для изучения химии атмосферы ACS и детектор нейтронов FREND. Оба научных инструмента разработаны и изготовлены в Институте космических исследований.

Участвует Россия и во втором этапе проекта («ЭкзМарс-2020»). Миссия должна была стартовать летом прошлого года, но из-за пандемии коронавируса перенесена на 2022 год. Россия предоставляет для проекта ракету-носитель «Протон-М» и посадочную платформу (десантный модуль) «Казачок». В декабре 2019 года платформа «Казачок» была успешно испытана. В начале 2020 года прошла успешные испытания двигательная установка десантного модуля. Российским вкладом в научную программу миссии являются несколько научных приборов, рассчитанных на работу в течение года. Приборы выполнят съемку места посадки, долгосрочный мониторинг климата, радиационной обстановки и исследования атмосферы, а также изучать распределение подземных вод.

Источники:

[https HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html":// HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html"ria HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html". HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html"ru HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html"/20210307/ HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html"venera HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html"-1600241060. HYPERLINK "https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html"html](https://ria.ru/20210307/venera-1600241060.html)

[http HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658":// HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"venera HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"- HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"d HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658". HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"cosmos HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658". HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"ru HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"/ HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"index HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658". HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"php HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"? HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"id HYPERLINK "http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658"=658](http://venera-d.cosmos.ru/index.php?id=658)

<https://ria.ru/20201014/venera-1579683398.html>

<https://tass.ru/kosmos/9678209>

[https HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071":// HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071"tass HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071". HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071"ru HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071"/ HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071"kosmos HYPERLINK "https://tass.ru/kosmos/10830071"/10830071](https://tass.ru/kosmos/10830071)

<https://tass.ru/kosmos/6981269>

[https HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU":// HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"www HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU". HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"militarynews HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU". HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"ru HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"/ HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"story HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU". HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"asp HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"? HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"rid HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"=1 HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"& HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"nid HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"=543159 HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"& HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"lang HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"= HYPERLINK "https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU"RU](https://www.militarynews.ru/story.asp?rid=1&nid=543159&lang=RU)

<http://kosmolenta.com/index.php/project-lunar/project-lunar-27>

<https://3dnews.ru/1036100/rossiya-namerena-dostavit-na-zemlyu-obraztsi-grunta-s-veneri>

<https://www.znak.com/2021-03-03/v_rossii_nachali_proektirovanie_missii_na_veneru?fbclid=IwAR33j7NP7vVYiO5A72GoHlV0-PWaZ0k1ZDQ6zHRbnVTDsFinKVj8hfVImRs>

<https://ria.ru/20210309/kosmoproekty-1600526446.html>