

Проект «ЭкзоМарс» / ExoMars

Совместный российско-европейский проект по исследованию Марса с орбиты искусственного спутника и поверхности планеты.

Научные задачи:

- Исследовать состав атмосферы и климат планеты с орбиты, в том числе ответить на вопрос о том, сколько и как распределен в атмосфере метан.
- Изучить возможный вулканизм Марса с орбиты, измеряя содержание вулканических газов в атмосфере.
- Изучить с орбиты распространенность воды в подповерхностном слое вещества с высоким разрешением.
- Изучить внутреннее строение и климат Марса с его поверхности.
- Определить, являются ли условия на поверхности Марса теоретически пригодными для существования жизни.
- Разведать районы посадки
- Провести мониторинг радиационной обстановки на пути к Марсу, на орбите и поверхности планеты.
- Исследовать состав атмосферы и климат планеты с орбиты, в том числе ответить на вопрос о том, сколько и как распределен в атмосфере метан.

Научно-технические задачи:

- Создать совместный с ЕКА наземный научный сегмент для управления научной аппаратурой, обработки и архивирования научных данных.
- Разработать архив научных данных посадочной платформы с применением международных стандартов планетных данных.
- Создать объединенный с ЕКА наземный комплекс приема научной телеметрической информации и управления межпланетными миссиями.

Проект реализуется в два этапа с запусками космических аппаратов в **2016** и **2020** годах.

Соглашение о сотрудничестве в области исследования Марса и других тел Солнечной системы робототехническими средствами между Федеральным космическим агентством России (с 2016 г. Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос») и Европейским космическим агентством (ЕКА) подписано 14 марта 2013 г. Соглашение закрепляет участие России в проекте «ЭкзоМарс» и подразумевает дальнейшие возможные проекты в области исследований Юпитера и Луны.

Соглашение предусматривает полноправное участие российских ученых и инженеров во всех международных научных и технических группах, которые создаются в рамках проекта «ЭкзоМарс», а также равные права российских и европейских участников проекта на научные данные. Россия участвует в выведении аппаратов в космос и в научной программе обоих этапов проекта. В рамках обоих этапов в России будет создан объединенный с ЕКА наземный научный комплекс проекта «ЭкзоМарс» для приема и обработки научной информации.

Эксперименты проекта «ЭкзоМарс» соответствуют ранее планировавшимся исследованиям на борту российских аппаратов («Марс-96», «Фобос-Грунт» и перспективного проекта «Марс-НЭТ»), а также решают принципиально новые научные и технологические задачи.

Научная кооперация:

- Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос»
- Европейское космическое агентство (European Space Agency, ESA/ЕКА)
- Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина (НПОЛ) — головной исполнитель по техническому обеспечению проекта «ЭкзоМарс» с российской стороны

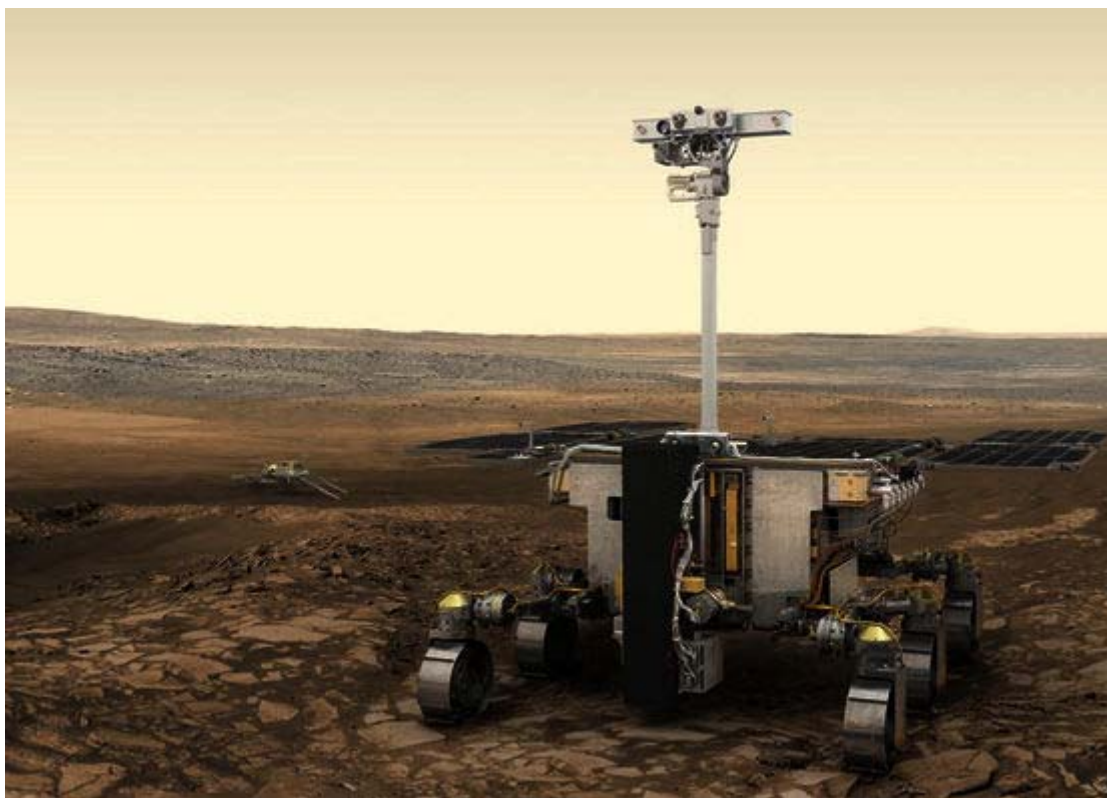
- Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) — головной исполнитель по научной нагрузке проекта «ЭкзоМарс» с российской стороны

«ЭкзоМарс-2020»/Rover Surface Platform

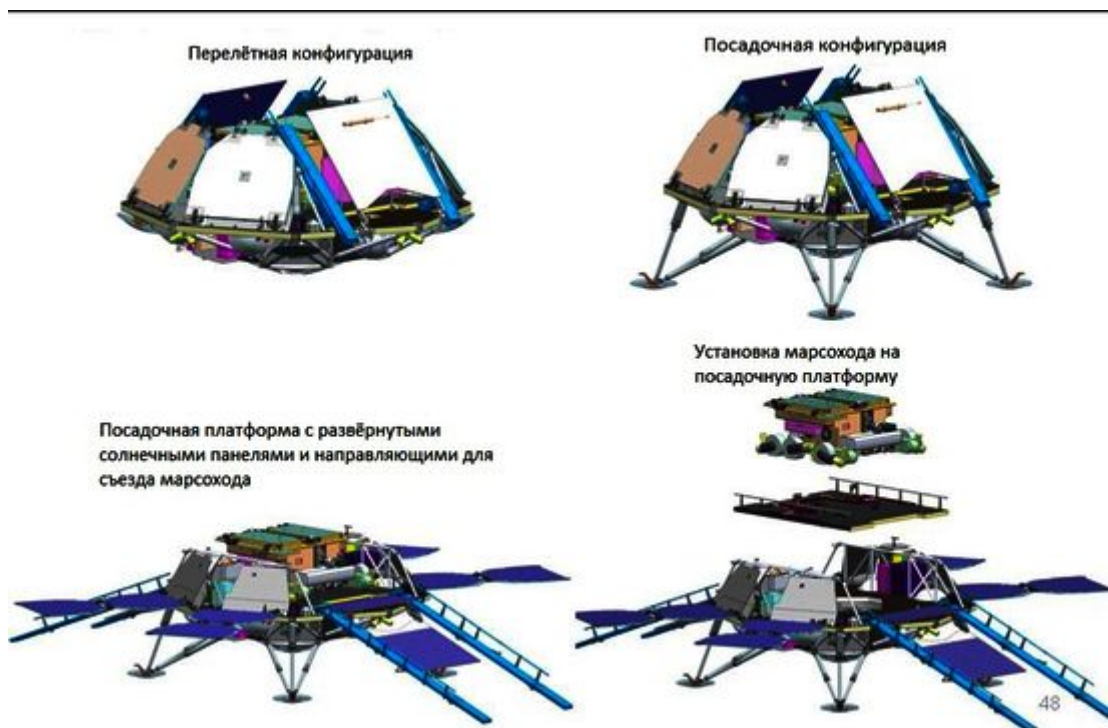
Второй этап проекта «ЭкзоМарс»

Запуск 2020 года, космодром Байконур, ракета-носитель «Протон» с разгонным блоком «Бриз-М». Космические аппараты:

- **автоматический марсоход** с комплексом научной аппаратуры «Пастер» для непосредственного изучения поверхности и атмосферы Марса в окрестности района посадки, поиск соединений и веществ, которые могли бы свидетельствовать о возможном существовании на планете жизни. Разработка ЕКА, участие России в комплексе научной аппаратуры
- **посадочная платформа** для доставки марсохода на поверхность Марса. После схода марсохода платформа начнёт работать как долгоживущая автономная научная станция для изучения состава и свойств поверхности и атмосферы планеты. Разработка НПО им. С.А. Лавочкина, участие ЕКА в комплексе научной аппаратуры

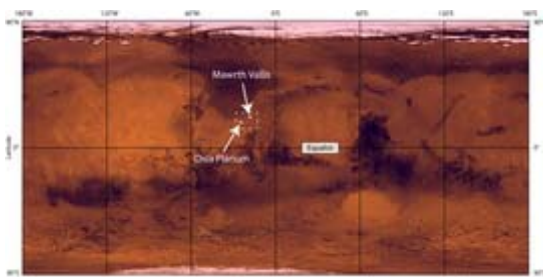


Автоматический марсоход с комплексом научной аппаратуры «Пастер» (с) ESA/ATG medialab



Посадочная платформа разработки НПО им. С.А. Лавочкина в разных конфигурациях (с) НПО им. С.А. Лавочкина

Место посадки миссии «ЭкзоМарс-2020»



Глобальная карта Марса, обозначено положение равнины Оксия и долины Маврта — двух «кандидатов» в места посадки аппаратов миссии «ЭкзоМарс-2020» (с) NASA/JPL/USGS



Равнина Оксия на снимке камеры высокого разрешения HiRISE на борту аппарата Mars Reconnaissance Orbiter (НАСА) (с) NASA/JPL/University of Arizona

Международная рабочая группа по выбору места посадки проекта «ЭкзоМарс» (ExoMars Landing Site Selection Working Group или LSSWG) **в ноябре 2018 г. рекомендовала равнину Оксия (Oxia Planum) для посадки аппаратов миссии «ЭкзоМарс-2020».**

Место посадки марсохода должно удовлетворять нескольким требованиям. Здесь должны быть заметны следы действия воды в геологическом прошлом Марса, так как именно вода считается важнейшим условием для появления жизни. Во-вторых, ландшафт должен быть

достаточно разнообразным, чтобы марсоход мог исследовать различные образования вблизи места посадки — предполагается что аппарат за 218 марсианских дней преодолеет около двух км. В-третьих, надо соблюсти требования к безопасности посадки. Район должен быть достаточно низким, чтобы при спуске дополнительным тормозом стала атмосфера, и ровным. Учитываются и типичные скорости ветра.

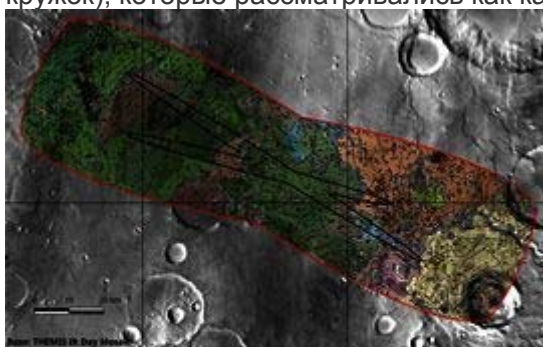
Равнина Оксия (Oxia Planum) расположена вблизи экватора в северном полушарии Марса, к востоку от равнины Хриса, около границы высокогорных регионов и низменностей. По имеющимся данным, здесь не очень много крупных ударных кратеров, но достаточно много сухих русел, которые сливаются в более крупные по направлению к более низкой равнине Хриса.

Район посадки — эллипс 120x19 км внутри неглубокого кратера. Здесь на поверхность выходят филлосиликаты (глинистые породы), обогащенные железом и магнием. Над ними лежит слой темного вещества, возможно, вулканического происхождения, которые подверглись эрозии на протяжении последних 100 миллионов лет. Нижний слой, по имеющимся данным, не претерпевал изменений, связанных с температурным режимом или метаморфизмом. Внутри эллипса посадки нет существенных возвышенностей, и, по имеющимся данным, рельеф достаточно ровный для посадки.

Рекомендация группы будет направлена для рассмотрения в ГК «Роскосмос» и Европейское космическое агентство. Окончательное решение о выборе места будет сделано не позже второй половины 2019 г.



Карта Марса с обозначенными возможными районами посадки миссии «ЭкзоМарс-2020». Зелёный кружок — равнина Оксия. Также обозначены долина Маврта и гряда Арама (голубые кружки) и долина Гипанис (красный кружок), которые рассматривались как кандидаты на место посадки. (с) ESA/CartoDB



Карта участка на равнине Оксия с обозначенными эллипсами посадки. Цветами обозначены типы поверхности, различные линии обозначают типы кратеров. Фотография поверхности получено с помощью КА Mars Odyssey (НАСА) (с) IRSPS/TAS; NASA/JPL-Caltech/Arizona State University

Предложения по местам посадки второй миссии проекта «ЭкзоМарс» выдвигались с декабря 2013 по февраль 2014 г. Первый семинар по выбору места посадки прошёл в Мадриде в марте 2014 г., его итогом стали четыре района-кандидата: равнина Оксия (Oxia Planum), долина Маврта (Mawrth Vallis), гряда Арама (Aram Dorsum) и равнина Гипанис (Hypanis Vallis). В декабре 2014 г. на втором семинаре все четыре района были рекомендованы к дальнейшему рассмотрению.

В октябре 2015 г. на третьем семинаре LSSG в качестве приоритетной для миссии, стартующей с Земли в 2018 г., была выбрана равнина Оксия (Oxia Planum). Ещё два района: долина Маврта и гряда Арама — оставались в качестве «запасных».

Четвертый семинар состоялся в марте 2017 г., когда запуск второго этапа был перенесён на 2020 г. По его итогам LSSG рекомендовала для посадки равнину Оксия и долину Маврта. Наконец, на пятом семинаре в ноябре 2018 г. была выбрана равнина Оксия.

От России в LSSWG входят представители Института космических исследований и Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук, Центрального научно-исследовательского института машиностроения и Научно-производственного объединения им. С.А. Лавочкина, где создаётся посадочная платформа для миссии.

По материалам:

exomars.cosmos.ru/

<http://exomars.cosmos.ru/index.php?id=1266>

Второй этап ExoMars отложен на 2020 год

2 мая 2016 г. ЕКА и Роскосмос объявили совместное решение о переносе запуска по второму этапу европейско-российского проекта ExoMars с мая 2018 на июль 2020 г.

Первый этап проекта реализуется в настоящее время: 14 марта 2016 г. в полет к Марсу отправилась связка из европейского многоцелевого орбитального аппарата TGO, обеспечивающего изучение планеты и ее атмосферы с орбиты и ретрансляцию информации с поверхности, и европейского экспериментального посадочного аппарата EDL с личным именем Schiaparelli. Второй этап предусматривает доставку на поверхность Марса российской посадочной платформы и европейского марсохода с аппаратурой Pasteur для геохимических и экзобиологических исследований.

Россия приняла на себя критически важные обязанности в рамках проекта ExoMars после того, как в феврале 2012 г. США вышли из проекта. Соответствующее соглашение было заключено 14 марта 2013 г. Россия обязалась предоставить две ракеты «Протон-М» с разгонными блоками «Бриз-М» для запусков в 2016 и 2018 гг. и разработать вместо США десантный модуль и посадочную платформу для доставки марсохода. Ее создание поручили НПО имени С.А.Лавочкина, а главным конструктором десантного модуля был назначен Сергей Николаевич Алексахин.



EXOMARS (ЕС/РОССИЯ)

Следует отметить, что у НПО Лавочкина, успешно доставлявшего советские КА на поверхность Луны и Венеры, нет, в отличие от американской Lockheed Martin, опыта успешной посадки на Марс. Максимальный успех был достигнут в декабре 1971 г., когда спускаемый аппарат КА «Марс-3» дошел до поверхности и даже успел начать передачу телевизионной панорамы, однако вскоре замолчал навсегда - предположительно вследствие повреждения аккумуляторной батареи, полученного при посадке.

В сообщении ЕКА и Роскосмоса говорится, что российские и европейские специалисты «приложили все усилия, чтобы остаться в рамках графика» со вторым запуском в 2018 г. В конце 2015 г. специально созданная группа экспертов, так называемая Tiger Team, представляющих оба агентства и российские и европейские промышленные фирмы-участницы, начала проработку возможных решений, позволяющих компенсировать задержки и предусмотреть резервный период в рамках графика. По итогам ее работы Совместный управляющий совет по проекту ExoMars (JESB - Joint ExoMars Steering Board) пришел к выводу, что с учетом накопленных задержек и ожидаемых сроков поставки научной аппаратуры оптимальным решением является перенос запуска на следующее астрономическое окно; при запусках к Марсу такие окна бывают в среднем раз в 26 месяцев.

С учетом этой рекомендации генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Игорь Комаров и генеральный директор ЕКА Йоханн-Дитрих Вёрнер приняли совместное решение о переносе запуска к Марсу на следующее пусковое окно - июль 2020 г. - с посадкой на Марс в апреле 2021 г. Проектным группам обеих сторон поручено разработать совместно с промышленными подрядчиками новый базовый график работ. Будет реализован комплекс дополнительных мер, позволяющих осуществлять жесткий контроль за ходом работ с обеих сторон вплоть до запуска. Главы двух агентств подтвердили твердое намерение успешно реализовать проект ExoMars и продолжать развивать и углублять российско-европейское сотрудничество в исследованиях планет

Аппарат второго этапа

Второй этап является основным в проекте ExoMars, который изначально имел своей главной целью поиск следов жизни на Марсе в прошлом и настоящем. «Наш ровер впервые будет искать молекулярно-биологические признаки в подповерхностном слое», - говорит научный руководитель проекта Хорхе Ваго (Jorge Vago). Следующие цели - это исследование водной и геохимической среды в подповерхностном слое в зависимости от глубины, изучение малых газовых примесей в атмосфере планеты и поиск их источников и оценка условий на поверхности. Марсоход с аппаратурой Pasteur будет заниматься двумя первыми, а посадочная платформа SP (Surface Platform) - главным образом четвертой из перечисленных целей.

Второй этап «ЭкзоМарса» реализуется в тесной кооперации с ЕКА и головным предприятием с европейской стороны - итальянским подразделением Thales Alenia Space. Космический аппарат ExoMars 2020 состоит из перелетного модуля европейского производства, десантного модуля и механизма разделения, за которые отвечает НПО имени С. А. Лавочкина. При этом на десантном модуле устанавливаются несколько ключевых европейских компонентов: бортовая ЦВМ № 1, бесплатформенный инерциальный блок, посадочный радиолокатор и парашютная система.

Перелетный модуль обеспечивает перелет по трассе Земля - Марс и вход десантного модуля в атмосферу планеты в заданной точке со скоростью примерно 5800 м/с под углом 12° к горизонту. Разделение производится за 30 мин до входа в атмосферу. Десантный модуль осуществляет торможение в атмосфере и спуск на поверхность Марса посадочного модуля в составе посадочной платформы массой 828 кг и марсохода массой 350 кг. Бортовой комплекс управления всего космического аппарата находится на десантном модуле; перелетный модуль отвечает за электропитание, трансляцию командно-программной и телеметрической информации и исполнение коррекций.

Корпус десантного модуля максимальным диаметром 3.8 м имеет биконическую форму с тупой передней частью (лобовой экран с теплозащитой) и находящимся в аэродинамической тени хвостовым обтекателем (задний кожух). После гашения основной части подлетной скорости экран и кожух сбрасываются, и посадочный модуль продолжает спуск с использованием двухкаскадной парашютной системы и (на последнем этапе) двигательной установки с четырехкамерным ЖРД и двигателями малой тяги, причем измерение параметров движения осуществляется радиолокатором. После посадки на четыре опоры производится разворачивание элементов посадочной платформы и сход марсохода в одном из двух возможных направлений. Далее ровер и посадочная платформа работают автономно, осуществляя передачу телеметрической и научной информации на Землю через TGO.



Посадочная платформа + марсоход ExoMars 2020

EXOMARS (ЕС/РОССИЯ)

Шестиколесный европейский ровер с питанием от солнечных батарей рассчитан на работу на Марсе в течение 218 суток (свыше 7 земных месяцев). Рассчитанный главным образом на автономную работу, он может делать до 100 м в сутки и должен пройти за это время несколько километров.

Научные приборы

Принципиально важным устройством ровера является бур с максимальной рабочей глубиной 2 м, оснащенный ИК-спектрометром для минералогического изучения грунта. Извлеченные образцы диаметром 1 см и длиной 3 см поступают в аналитическую лабораторию для минералогического и химического исследования, включая поиск органических соединений и биомаркеров. Номинальная программа предусматривает исследование 17 образцов, из которых восемь будут получены в двух циклах бурения до глубины 2 м.

В комплект научной аппаратуры ровера входят:

- Панорамная камера PanCam для цифровой съемки поверхности и выбора объектов для изучения;
- ИК-спектрометр ISEM для минералогической оценки объектов на поверхности;
- Цветная камера CLUPI для съемки пород и грунта с высоким разрешением;
- Радиолокатор WISDOM для выявления структуры грунта под марсоходом;
- Нейтронный спектрометр ADRON-RM для поиска подповерхностной воды и

гидратированных материалов и выявления наилучших мест для взятия образцов;

- Мультиспектральная подповерхностная камера-спектрометр Ma_MISS (в составе бурового устройства);

- Видовой спектрометр видимого и инфракрасного диапазона MicroOmega для минералогических исследований марсианских образцов;

- Рамановский спектрометр RLS для определения минералогического состава и выявления органических пигментов;

- Анализатор органических молекул MOMA для поиска биомаркеров.

Два из девяти приборов марсохода - российские. Спектрометр ISEM изготовлен в ИКИ РАН в Отделе физики планет под руководством О. И. Кораблёва, а прибор ADRON-RM - в Отделе ядерной планетологии под руководством И. Г. Митрофанова.

Посадочная платформа должна проработать на Марсе не менее двух лет. К марту 2016 г. она прошла этап защиты эскизного проекта по российской процедуре и предварительной защиты системного проекта (System Preliminary Design Review) по европейской, начался этап разработки конструкторской документации. В 2016 г. предполагалось изготовить габаритно-массовые и частично - технологические макеты приборов.

Окончательный список инструментов на посадочной платформе был утвержден в середине декабря 2015 г. В итоге на посадочной платформе КА ExoMars 2020 будет размещен комплекс научной аппаратуры суммарной массой 45 кг следующего состава:

- Телевизионная система ТСПП для съемки панорамы места посадки, динамики атмосферы и стереосъемки ландшафта;

- Метеокомплекс МТК, включающий комплекс датчиков для измерений на спуске и собственно метеокомплекс с датчиками температуры, давления, ветра, влажности, пыли, освещенности, магнитного поля, а также микрофон для записи звуков Марса;

- Пылевой комплекс ПК для контактного изучения свойств пылевых частиц, переносимых ветром, включающий ударный датчик, нефелометр и электростатический детектор;

- Радиотермометр RAT-M (РАТ-М) для измерения температуры грунта до глубины 1 м;

- Двухкоординатный горизонтальный сейсмометр SEM (СЭМ);

- Магнитометр MAIGRET (МЭГРЭ);

- Фурье-спектрометр FAST (ФАСТ) для исследования атмосферы и мониторинга климата Марса;

- Марсианский газоаналитический комплекс МГАК (MGAP) - масс-спектрометр и газовый хроматограф для анализа состава атмосферы;

- Мультиканальный спектрометр на диодном лазере M-DLS (М-ДЛС) для атмосферных исследований;

- Аппаратура НАВИТ для определения количества водяного пара в атмосфере, суточных и сезонных вариаций температуры воздуха и грунта и уровня УФ-излучения;

- Активный нейтронный и гамма-спектрометр с блоком дозиметрии ADRON-EM для определения содержания воды и элементного состава грунта, а также мониторинга радиационной обстановки (может работать совместно с пассивным приемником ADRON-RM на ровере);

- Радиоэксперимент LaRa для высокоточного определения параметров движения и вращения Марса;

- Блок интерфейсов и памяти БИП для хранения и передачи научной информации.

Два европейских прибора - LaRa и НАВИТ были отобраны в ноябре 2015 г. в результате конкурса, объявленного ЕКА в марте 2015 г. Кроме этого, отдельные европейские компоненты включены в состав российских приборов МТК и MAIGRET.

Район посадки

Выбор места посадки проводится с учетом задач проекта и баллистических возможностей. Технические ограничения имеются на широту точки посадки - она должна быть в экваториальной зоне между 25° с. ш. и 5° ю. ш. - и ее высоту относительно среднего уровня Марса - от уровня -2 км геоида MOGA и ниже. Размер эллипса рассеяния точки посадки составляет 19*104 км. С точки зрения научной ценности требуется древний район с возрастом поверхности не менее 3.6 млрд лет, в котором существовала вода; желателен доступ к тонкозернистым отложениям, поскольку именно в них на Земле органические молекулы сохраняются наиболее долго.

Марсоход ExoMars 2020

EXOMARS (ЕС/РОССИЯ)

Рабочая группа ЕКА и ИКИ РАН по выбору места посадки была сформирована в декабре 2013 г. и запросила предложения у научного сообщества. Из десяти полученных вариантов два были забракованы, а остальные восемь подробно обсуждались на первой конференции по выбору места посадки в марте 2014 г.

В октябре для углубленного изучения были выбраны четыре района - Гряда Арам, Долина Валлис, Долина Маврт и Плато Оксия. Во всех них имеются следы пребывания воды в ранний период эволюции Марса, а интересное с точки зрения научных задач место находится либо непосредственно в выбранной точке посадки, либо в пределах 1 км от него. Обсуждение этих районов проводилось на второй посадочной конференции в декабре 2014 г.

21 октября 2015 г. на третьей конференции основным местом посадки был выбран район Оксия, который, по предварительной оценке, имеет минимальное количество «противопоказаний» и, как заявил Хорхе Ваго, обещает «очень интересные возможности по исследованию... мест, где могли лучше всего сохраниться биологические признаки». Второе и третье место разделили между собой Арам и Маврт. Детальное изучение всех четырех районов со спутников Марса будет продолжено с тем, чтобы принять окончательное решение за шесть месяцев до старта.

Автор: **И. ЛИСОВ**, "НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ"

<http://galspace.spb.ru/index472-1.html>

