

МАРСИАНСКИЕ ХРОНИКИ НПО ИМ. С.А. ЛАВОЧКИНА



В середине прошлого века фундаментальная космическая наука обрела уникальные инструментальные возможности для многопрофильных дистанционных и непосредственных (in situ) исследований вне земных пределов. В распоряжении ученых появились КА, сделавшие планеты и малые тела Солнечной системы более доступными для изучения.

Интерес к этим небесным объектам вполне объясним — Солнечная система представляет собой развивающуюся космическую структуру, в которой, согласно современным представлениям, каждое из планетных тел последовательно в том или ином виде проходит определенную стадию развития, присущую всей системе. Нынешнее состояние любой из планет характеризует соответствующую ста-

дию этого развития, и, изучив его, человечество с большей достоверностью сможет прогнозировать будущее Земли.

Значительную роль в понимании эволюции играет выявление ее «изначальных условий», о чем многое может «рассказать» и поныне, возможно, сохраняющееся в первозданном виде протопланетное вещество. Вероятное его нахождения — малые тела: астероиды, кометы, спутники планет, наименее подверженные структурным видоизменениям, связанным с вулканическими и тектоническими явлениями.

Наиболее информативный способ получения необходимых знаний — непосредственное изучение планет в совокупности с одновременным исследованием комет, астероидов, метеоритов и космической пыли путем, в том числе, контакта зонда с космическим объектом. Результаты научных экспериментов, «широким фронтом» развернувшихся после удаchi с «мягкой» посадкой автоматического зонда «Луна-9» на внеземную поверхность, значительно обогатили доказательную базу для формирования тех или иных космогонических теорий, а значительно большая, нежели при пилотируемых полетах, степень допустимого риска и меньшие финансовые затраты предопределили авангардную роль «космических роботов» в межпланетной исследовательской космонавтике.

Обилие предполагаемых и потребных для решения с помощью этих «исследовательских инструментов» научных задач потребовало установить их приоритетность, подчинить процесс межпланетного космоплавания определенной стратегии, разработанной Академией наук СССР при участии начиная с 1966 г. НПО им. С.А.Лавочкина.

Стратегия предусматривала поэтапное наращивание исследовательской экспансии в отношении небесных тел. В начале — рекогносцировка, позволяющая получить информацию о физико-химических параметрах каждого из выбранных объектов и окружающего их пространства. Это был необходимый минимум для привычной человеческому разуму идентификации — для построения и последующих уточнений физических моделей этих тел. До первых контактов с их поверхностью существовали лишь догадки о том, какова их основа — твердая, жидкая, газообразная или нечто иное. А без этих знаний невозможен был и выбор исследовательских приоритетов и сценариев последующих этапов.



Пилотируемой экспедиции на Марс должны предшествовать полеты автоматических космических аппаратов. В связи с этим специалисты НПО им. С.А.Лавочкина, Института космических исследований РАН и Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН разработали, как составную часть Федеральной космической программы, предложения по исследованию Марса.

Об этом рассказывает Генеральный конструктор и генеральный директор ФГУП «НПО им. С.А.Лавочкина» Георгий ПОЛИЩУК.

Полищук Георгий Максимович

Генеральный конструктор и генеральный директор ФГУП «НПО им. С.А.Лавочкина», Доктор технических наук, профессор. С 1999 по 2005 год был заместителем руководителя Федерального космического агентства. Автор более 200 научных трудов.

Награжден орденами Красной Звезды, «За военные заслуги», медалью «За боевые заслуги». Лауреат Государственной премии РФ, лауреат премии Правительства РФ.

Среди небесных объектов, прежде всего привлечших к себе внимание ученых, снаряжающих межпланетные экспедиции, кроме Луны и Венеры был Марс. Для полетов к планете в НПО им. С.А.Лавочкина под руководством Г.Н. Бабакина создали базовый аппарат, который, стартовав в 1971 г. под наименованием «Марс-2», положил начало участию лавочкинцев в «марсианской эпопее». В том же году «Марс-3» впервые в мировой практике решил задачу мягкой посадки исследовательского зонда на поверхность Красной планеты. В сочетании с исследованиями КА «Марс 4–7» в 1973 г., проведенными как с пролетных, так и со спутниковых траекторий, был сформирован тот познавательный минимум, открывавший путь к дальнейшей экспансии.

Огромный вклад в эти познания внесли и американские исследовательские зонды.

Следующее десятилетие отводилось для существенного повышения эффективности экспедиций к Марсу. Аванпроекты и технические предложения содержали варианты с запусками, расписанными с 1975 по 1984 г. Программа предусматривала и высадку на марсианскую поверхность планетохода, и доставку на Землю образцов планетного вещества — подобная идеология исследований была уже весьма продуктивно отработана с помощью «космических роботов» НПО им. С.А.Лавочкина в лунных экспедициях. Но существовавшие в то время проблемы с отечественной элементной базой, значительно утяжелявшей и усложнявшей аппаратуру (в том чис-

ле и исследовательскую) космического аппарата, в сочетании с возможностями ракет-носителей не позволили реализовать эту программу.

Накапливаемый параллельно с этим опыт организации полетов к Венере привел к выводу о возможности и целесообразности решения в рамках каждой экспедиции многоцелевых и разноплановых задач. Новая идеология, опирающаяся на бурное развитие компьютеризации и внедрение в производство высоких технологий, привела к созданию в НПО им. С.А.Лавочкина высокоманевренного унифицированного многофункционального КА, предназначенного стать базовым. Он мог быть использован и в качестве искусственного спутника планетного тела, обладающего сильным гравитационным полем, и как средство доставки на поверхность этого тела разнообразных десантируемых исследовательских зондов, и, наконец, в качестве зонда для исследования малых тел, обладающих слабым гравитационным полем. Первыми объектами для апробирования космического аппарата нового поколения стали Марс и его спутник Фобос.

Выбор был не случаен: по мере обогащения наших знаний о ближайших соседях Земли в пределах Солнечной системы значительно возрос интерес к Марсу как к планете, наиболее похожей на Землю, и еще более актуальным стал поиск реликтового вещества, а марсианские спутники (Фобос и Деймос), по существующей версии, — астероиды, захваченные гравитационным полем Марса.

Возвращаясь к проблеме изучения планетного, или реликтового, вещества, следует напомнить, что, безусловно, наибольший научный результат можно достигнуть лишь путем привлечения возможностей земных лабораторий.

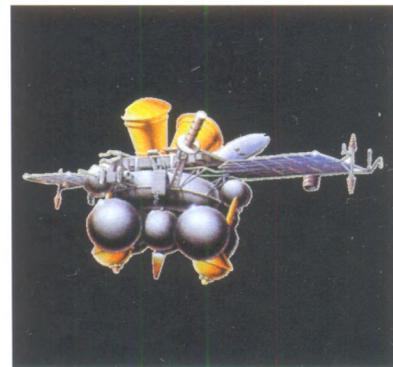
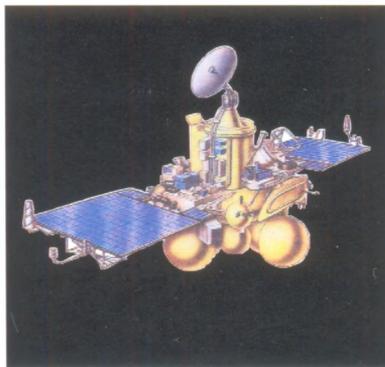
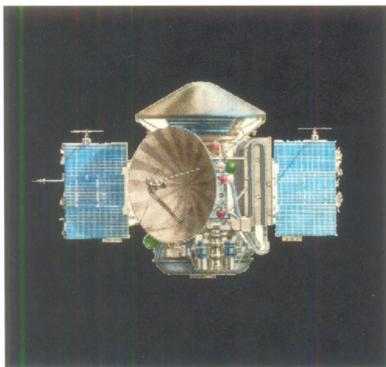
В конце 1970-х годов была поставлена задача доставки на Землю проб поверхностных пород с Фобоса. Техническая сложность экспедиции, а также недостаточное финансирование вынудили к поэтапному решению этой задачи с сохранением максимальной преемственности между этапами — на первом этапе отработаются операции по сближению с Фобосом, а второй этап должен включать и операции по взятию требуемых образцов и доставке их на Землю.

Сроком запуска космического аппарата для реализации первого этапа сначала предполагался 1984 г., потом он был перенесен на 1986 г., а фактический запуск «Фобоса-1» и «Фобоса-2» произошел в июле 1988 г. Это были самые первые полеты планетных аппаратов нового поколения, о создании которых уже упоминалось.

Выполнить в полном объеме намеченную для «Фобоса-1» и «Фобоса-2» программу, к сожалению, не удалось. Сказались и пресловутый «человеческий фактор», и сбои в работе техники. Напомним, что это был самый первый полет абсолютно новых и по идеологии конструкторского построения, и по уровню компьютеризации «борта» КА. Но полученная с помощью «Фобосов» научная информация существенно обогатила наши знания о каждом из намеченных для изучения небес-

Автоматические космические аппараты исследования Марса XX века:

- КА «Марс»
- КА «Фобос»
- КА «Марс-96»



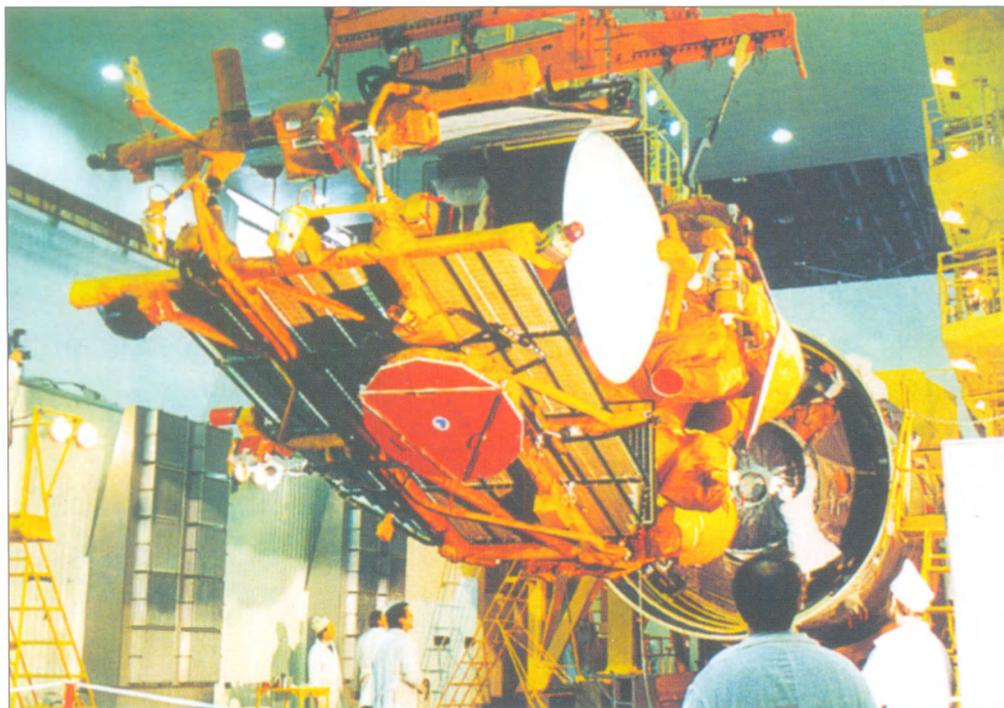
ных объектов — планете Марс, малом теле — Фобос и системообразующей звезде — Солнце.

Снаряжение следующей экспедиции, «Марс-96», длилось около 8 лет, что связано со всеобщей неразберихой и хозяйственным хаосом, возникшими в связи с перестроечными процессами в нашей стране. В то же время наши

чае финансовые, для реализации ранее намеченной программы, отечественные исследователи нашли многообещающий вариант экспедиции. Это искусственный спутник Марса в сочетании с четырьмя зондами (пенетраторами и малыми станциями), десантируемыми на марсианскую поверхность, причем два из них (пенетраторы)

включая изучение сезонных изменений в атмосфере и на поверхности. При этом непосредственные измерения, проводимые на поверхности Марса зондами-лабораториями, позволяли дополнить и калибровать глобальные дистанционные исследования, проводимые с орбиты искусственного спутника планеты.

«Марс-96» в КИСе



При проектировании автоматической межпланетной станции (АМС) «Марс-96» использовали базовую конструкцию КА «Фобос» и учли опыт, полученный при создании и запуске аппаратов этого типа. Доработки были вызваны анализом результатов работы вышеназванных аппаратов и необходимостью размещения новой научной аппаратуры. Разработали также ряд оригинальных технических устройств, в том числе систему посадки малых станций с использованием баллонов-амортизаторов, надувное аэротормозное устройство и газодемпферную систему снижения нагрузки при посадке пенетраторов.

АМС «Марс-96» нет аналогов среди автоматических средств исследования дальнего космоса по составу и массе научной аппаратуры. Но экспедицию постигла неудача — стартовавший 16 ноября 1996 г. с космодрома Байконур аппарат не смог покинуть пределы околоземного пространства.

американские коллеги, возобновив с 1993 г. полеты к Марсу и поныне совершая достаточно регулярные рейсы, сумели добиться существенных результатов в изучении марсианской природы.

Оценив в сложившейся ситуации все варианты и возможности, вклю-

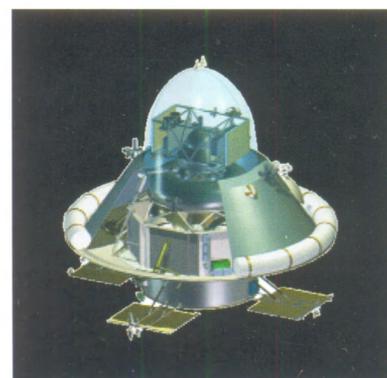
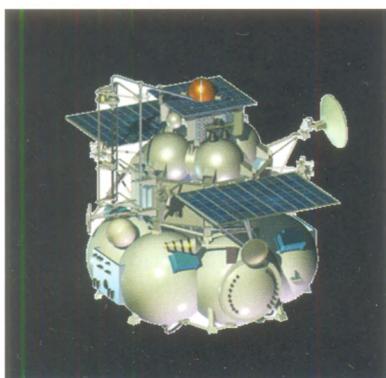
должны были обеспечить внедрение датчиков научных приборов на глубину нескольких метров.

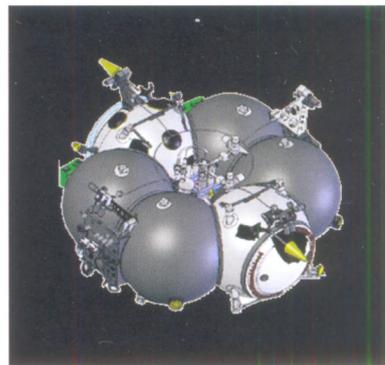
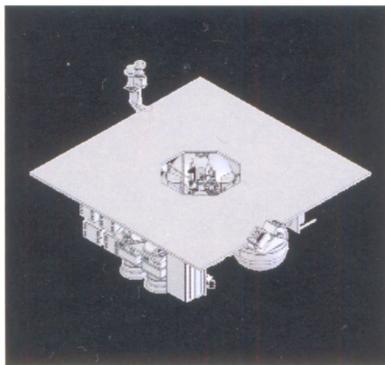
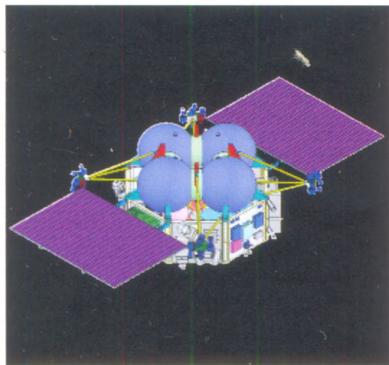
Такое сочетание исследовательских средств представляло уникальную возможность для проведения длительных исследований планеты,

возрастающие из года в год проблемы с финансированием космических программ научной направленности заставили задуматься о необходимости создания КА нового поколения с использованием для запуска ракет-носителей среднего класса «Союз»,

Автоматические космические аппараты исследования Марса XXI века:

- Миссия «Фобос-грунт»
- Миссия «Марс-Астер»
- Миссия «Марс-грунт»





Базовая орбитальная платформа

Базовый возвращаемый аппарат

Маршевая двигательная установка

более дешевых, чем «Протон». В соответствии с этим была сформирована современная концепция марсианских исследований, основополагающими моментами которой являются:

- комплексные исследования Марса по-прежнему остаются одним из актуальнейших направлений космических исследований;
- необходимость взаимной увязки миссий, выполняемых различными странами, в связи прежде всего с многоплановостью и значительной стоимостью этих исследований;
- потребность в четком определении места России в международных исследованиях Красной планеты.

При этом предлагается изучить природу воды и эволюцию гидросферы и провести локализацию ресурсов воды, детально исследовать геохимию органических соединений, включая биогенные признаки (в прошлом и в современную эпоху), и внутреннее строение Марса с использованием геофизических методов, в частности бурения. Как и ранее, сохраняется поэтапный характер проведения намеченных исследований.

Первый этап новой программы реализуется в рамках миссии, получившей наименование «Фобос-грунт». Запуск межпланетной станции планируется осуществить на РН «Союз-2» в октябре 2009 г. Расчеты показали, что стоимость проекта экспедиции к Фобосу за счет модульного построения КА и максимального использования отработанных технических решений составит около 1,5 млрд рублей.

Основная цель проекта — доставка на Землю грунта с поверхности Фобоса, однако для проведения исследований в ходе перелета и на поверхности Фобоса на перелетном модуле разместят еще 50 кг научной аппаратуры для проведения около 20 экспериментов. Это приборы по исследованию «на месте» свойств грунта (спектрометрические исследования, определение его оптических, механических свойств, глубинное просвечивание), а также оборудование по дистанционному изучению Марса. Исследования начнутся уже с момента подлета станции к планете. Будет проведено дистанционное глобальное изучение Марса с орбиты его искусственного спутника с целью выбора районов, наиболее перспективных для последующих контактных исследований.

На борту аппарата также предусматривается установка дополнительной полезной нагрузки.

Центральным элементом или каркасом аппарата является восьмигранная призматическая конструкция перелетного модуля. На гранях призмы размещается бортовая служебная и научная аппаратура. Приборы АМС будут работать в условиях открытого космоса.

Электропитание комплекса происходит от двух прикрепленных к перелетной ступени панелей солнечных батарей.

Управление станцией на всех этапах полета будет выполняться бортовым комплексом управления. Ориентация — с помощью солнеч-

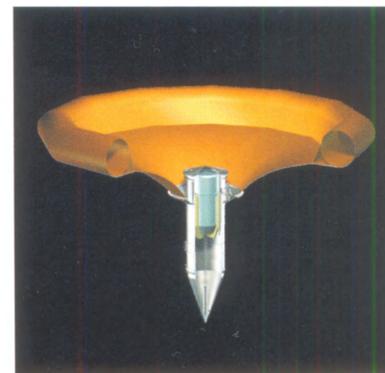
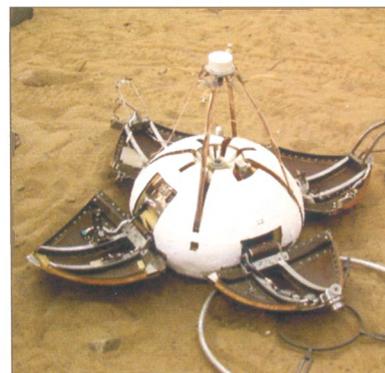
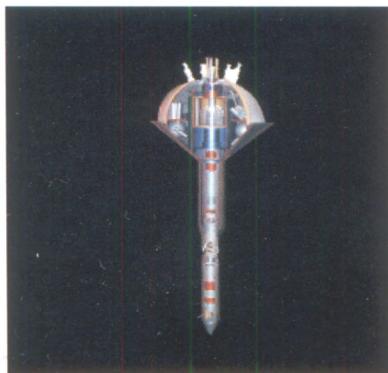
ных и звездных датчиков, а также бесплатформенного инерциального блока.

Для передачи служебной информации и научных данных на посадочной ступени установят остонаправленную (ОНА) и малонаправленные антенны (МНА). Диаграммы направленности МНА «закроют» обе полусферы АМС («верхнюю» и «заднюю») для гарантированной возможности связи со станцией в случае нештатных ситуаций и потери аппаратом ориентации.

Управление аппаратом будет проходить из двух пунктов, расположенных в Уссурийске и в подмосковных Медвежьих озерах. Их оснастят одними и теми же средствами, чтобы на протяжении всего полета и особенно в моменты активных операций гарантированно обеспечить управление аппаратом. Центр управления АМС разместят на территории НПО им. С.А.Лавочкина.

Разгон аппарата с орбиты Земли на отлетную траекторию пройдет с помощью маршевой двигательной установки (МДУ) разгонного блока «Фрегат». МДУ отличается от самого РБ отсутствием системы управления, системы энергопитания и радиоконтакта. Управление двигателями МДУ будет осуществляться бортовым комплексом управления АМС.

После отделения МДУ доразгон станции на траекторию перелета к Марсу будет проведен с помощью двигательной установки, расположенной на АМС. Эта же ДУ будет использоваться для коррекции траектории

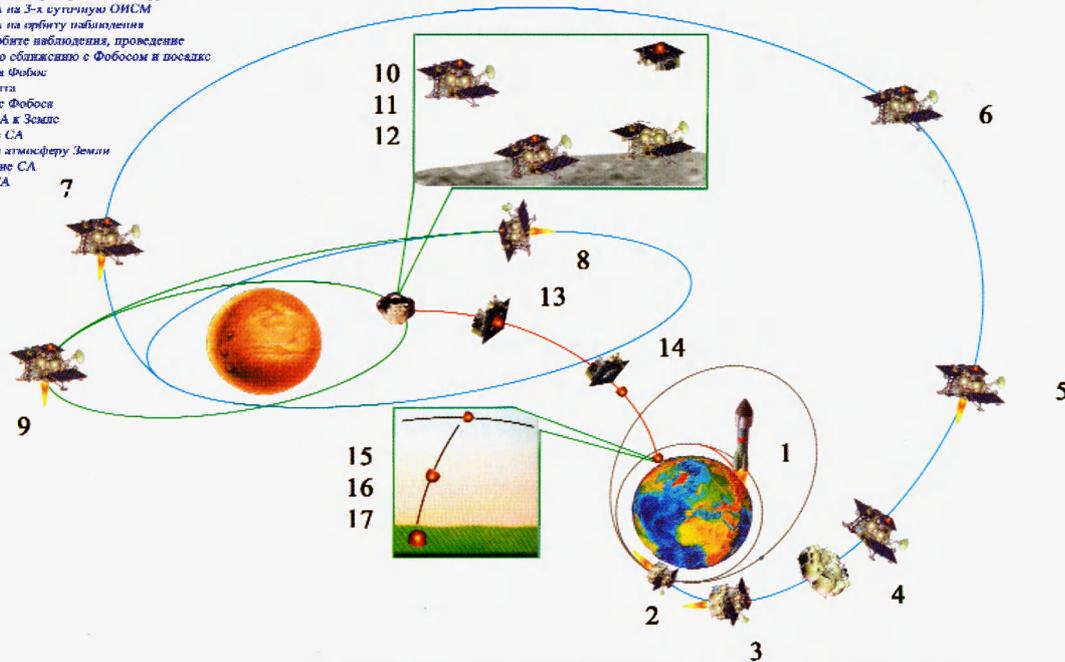


Унифицированные малые посадочные платформы:

- пенетратор
- малая посадочная платформа
- малая посадочная платформа MetNet

Схема экспедиции «Фобос-грунт»

- 1 - выведение КА на опорную орбиту
- 2 - первое включение МДУ, перевод КА на промежуточную ОИСЗ
- 3 - второе включение МДУ
- 4 - отделение МДУ
- 5 - перевод КА на траекторию перелета Земля-Марс
- 6 - перелет Земля-Марс, проведение коррекций
- 7 - перевод КА на 3-х суточную ОИСМ
- 8 - перевод КА на орбиту приближения
- 9 - полет по орбите приближения, проведение маневров по сближению с Фобосом и посадке
- 10 - посадка на Фобос
- 11 - забор грунта
- 12 - старт ВА с Фобоса
- 13 - перелет ВА к Земле
- 14 - отделение СА
- 15 - вход СА в атмосферу Земли
- 16 - торможение СА
- 17 - посадка СА на Землю



полета к Марсу и для торможения при выходе на его орбиту.

Двигатели малой тяги перелетного модуля предназначены для ориентации и стабилизации станции, для посадки на Фобос и «прижима» посадочного модуля к его поверхности.

На поверхность Фобоса аппарат будет садиться на три опоры. В момент касания грунта первой опорой включатся двигатели прижима, предотвращающие отскок аппарата от поверхности.

Практически сразу после посадки вводится в действие грунтозаборное устройство и производится внедрение в грунт. По рекомендации Академии наук разработчики рассматривают вариант установки на посадочном модуле небольшого манипулятора для отбора на фобосианской поверхности наиболее интересных реликтовых образцов и размещения их в грунтозаборном устройстве. Укладка около 200 г грунта осуществляется в возвращаемую капсулу аппарата, после чего она герметично закрывается.

Обратный старт состоится спустя несколько дней после посадки.

На поверхности останется посадочный модуль с научной аппаратурой для изучения Фобоса и Марса. Приборы рассчитаны на активное функционирование на поверхности спутника в течение года.

Возврат к Земле включает в себя несколько этапов: старт и выход на круговую орбиту искусственного спутника Марса, переход на эллипти-

ческую орбиту, изменение ее наклона и, наконец, переход на траекторию перелета. На перелете возвращаемый модуль отделится от взлетной ракеты и продолжит самостоятельный полет, будучи сориентирован панелью солнечной батареи на Солнце и для стабилизации закручен вокруг этого направления. Проведение коррекций траектории обеспечит расчетный вход в земную атмосферу и посадку в заданном районе. При подлете к Земле от модуля отделится капсула массой около 8 кг и, войдя в атмосферу со второй космической скоростью, осуществит беспарашютную посадку на территорию российского полигона. Ее обнаружению будут способствовать сигналы бортового радиомаяка.

Второй этап предлагаемой программы исследования Марса включает проведение контактных исследований в выбранных на первом этапе районах поверхности Марса. С этой целью на Красную планету будет доставлен усовершенствованный марсоход.

В состав миссии входят перелетный и орбитальный модули, спускаемый аппарат и марсоход массой 95 кг (масса научной аппаратуры 15 кг). Запуск планируется осуществить с помощью ракеты-носителя «Союз-2» и разгонного блока «Фрегат».

Третий этап планируется в рамках миссии «Марс-грунт» в 2016 г. Ее основной задачей является доставка на Землю пробы марсианского (планетного) вещества массой 0,1 - 0,2 кг

Концепцией построения КА для реализации каждой из вышеперечисленных миссий является определенное сочетание базовых и унифицированных модулей, таких, как базовая орбитальная платформа (БОП), маршевая двигательная установка (МДУ), базовая посадочная платформа (БПП), унифицированная малая посадочная платформа (УМПП).

В настоящее время в НПО им. С.А. Лавочкина ведутся работы по проекту «Фобос-грунт». При разработке КА кроме основной, заявленной в его названии, преследуется и иная, весьма значимая цель — создание универсальной платформы для различных научных полезных нагрузок с целью изучения Луны, Марса и межпланетного пространства. В перспективе на нее можно будет устанавливать разнообразную исследовательскую аппаратуру в интересах как российских, так и зарубежных ученых. Например, вместо взлетной ракеты, масса которой около 230 кг.

На сегодняшний день для успешной подготовки к реализации миссии «Фобос-грунт» серьезных технических препятствий нет. Кооперацией, возглавляемой НПО им. С.А. Лавочкина, нарабатан такой потенциал, что можно приступать к экспериментальной отработке бортовых систем и составных частей аппарата. Таким образом, при имеющемся достаточном и своевременном финансировании осуществление первого этапа новой программы исследования Марса вполне реально.