

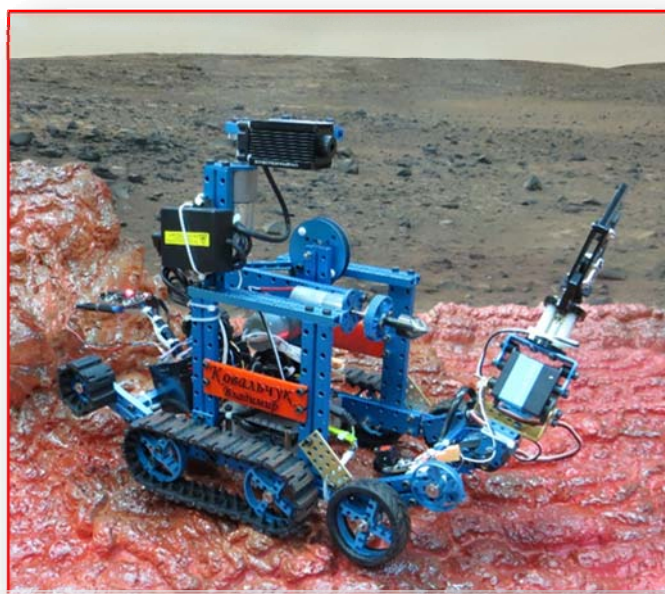


**ФГКОУ «Московское суворовское военное училище»
Министерства обороны Российской Федерации**
129345, г. Москва, Извилистый проезд, 11, тел. 472-86-09

**Исследовательская работа с интеграцией в предметные
области физики, информатики, космологии,
робототехники с реализацией проекта в техническом
моделировании на тему:**

«Роботизированный многофункциональный комплекс МКР-15»

Конкурс: «Освоение космоса»



Выполнили:

Краснов Григорий Борисович (07.11.2000 г.р.)
Каминский Дмитрий Павлович (18.07.2000 г.р.)
Ковальчук Владимир Сергеевич (31.08.2001 г.р.)

Руководитель конкурсанта:

преподаватель информатики МсСВУ
Антонников Дмитрий Олегович

Москва 2015 г.

Аннотация

Тема данной исследовательской работы: «Роботизированный многофункциональный комплекс МКР-15»

Цель работы: провести сравнительную характеристику марсоходов, создать модель марсохода МКР-15.

Работа представлена на 30 листах и включает в себя два раздела: теоретический и практический. В теоретической части освещается история возникновения эры покорения Марса, основные принципы работы марсоходов, а также альтернативные подходы к созданию марсоходов.

Практическая часть представляет собой марсоход МКР-15, созданный на основе платформы Arduino Uno и Arduino Leonardo, на базе двух процессоров ATmega328 и ATmega32u4, запрограммированный с помощью языка C++ в приложении Arduino IDE.

В начале работы имеется раздел Введение, в котором описывается актуальность освещаемых вопросов, ставится цель и задачи исследования.

В конце работы дано заключение, в котором приведена сравнительная характеристика марсоходов, их недостатки, а также даны рекомендации по созданию модели марсохода.

В *Приложении 1* приводится полное техническое описание созданной модели марсохода МКР-15 и sketch (текст программы марсохода).

Приложение 2 содержит таблицу, используемую в работе.

Процесс создания модели марсохода МКР-15, программирование, а также работа на созданной модели Марса представлена в *Приложении 1*, а также в виде видеоролика.

В исследовательской работе использованы интернет-ресурсы.

Содержание

Аннотация	1
Содержание	2
Введение	3
Марсоходы	6
Технические особенности различных марсоходов	6
Инструменты марсоходов	7
Принцип работы Марсохода по передаче данных на Землю	8
Альтернативные подходы к созданию Марсоходов	9
ПроП-М	9
Соджорнер	10
Спирит и Оппортьюнити	10
Кьюриосити	11
Миссии к планете Марс	12
Вывод	15
Приложение 1	17
Практическая часть исследования	17
Техническое описание устройства	17
Приложение 2	29
Список использованной литературы, интернет ресурсы	30

Введение

Марс — четвёртая по удалённости от Солнца и седьмая по размерам планета Солнечной системы; масса планеты составляет 10,7 % массы Земли. Названа в честь Марса — древнеримского бога войны, соответствующего древнегреческому Аресу. Иногда Марс называют «красной планетой» из-за красноватого оттенка поверхности, придаваемого ей оксидом железа. В настоящее время геологическую глубинную разведку никто не проводил, так как для этого нужно либо бурение, либо сейсмический анализ с использованием высокоточной взрывотехники.

Мы знаем, что это большая планета, соответственно минеральных ресурсов там должно быть очень много. Там, есть громадные залежи железа (руды), так как к этому элементу стремится все вещество во Вселенной. Вдобавок, если Марс будет колонизирован, процентов 70-80% крупных промышленных производств отправится именно туда, чтобы не загрязнять Землю и проводить экспансию активнее. И самое главное от Марса ближе к поясу астероидов, а уже вот там находится большое разнообразие полезных ископаемых. «Роботизированный многофункциональный комплекс МКР-15» позволяет нам автономно производить бурение и закладку взрывчатки на любой местности планеты Марс, а также сбор, анализ и отправку данных на Международную космическую станцию.

Первые наблюдения Марса проводились до изобретения телескопа в 1534 году до н.э. Итальянский ученый Галилео Галилей в 1610 году был первым человеком, использовавшим телескоп для астрономических наблюдений. А уже в наше время Марс наблюдался с помощью орбитального космического телескопа Хаббл и других мощных телескопов земного базирования.

К Марсу было запущено много космических аппаратов. Самые известные из них: Викинги, Маринеры, Марс (серия советских космических

аппаратов), Марс Глобал Сервейор, марсоходы Соджонер (1997 год), Спирит (с 4 января 2004 года до 22 марта 2010 года), Опортюнити (с 25 января 2004 года и до сих пор), Кьюриосити (с 6 августа 2012 года и до сих пор) и др.

До 1971 года было 14 запусков автоматических межпланетных станций к Марсу, 10 из которых были неудачными.

Советский союз запускал и автоматические разведывательные станции и спутники орбитального наблюдения.

Запущенные проекты:

- ПрОП-М — советский марсоход. Идентичные марсоходы входили в состав автоматических марсианских станций которые должны были быть доставлены на поверхность Марса в 1971 году спускаемыми аппаратами автоматических межпланетных станций «Марс» (в рамках серии М-71):
- спускаемый аппарат Марс-2 разбился 27 ноября 1971 года при неудачной попытке мягкой посадки.
- спускаемый аппарат Марс-3 совершил мягкую посадку 2 декабря 1971 года, но сигнал с самой марсианской станции, к которой был подключён по кабелю марсоход, пропал через 14 секунд. Информация с марсохода не была получена.

Среди других запущенных планетоходов они выделялись прежде всего своей системой передвижения: перемещаться марсоходы должны были при помощи двух шагающих «лыж», размещённых по бокам. Такая система была выбрана из-за отсутствия сведений о поверхности Марса.

- Соджонер (англ. Sojourner) — с 4 июля по 27 сентября 1997 года (в рамках программы Mars Pathfinder, НАСА).
- Идентичные марсоходы программы Mars Exploration Rover, НАСА:
- Спирит (англ. Spirit) — с января 2004 года по 22 марта 2010 года.

- Оппортьюнити (англ. Opportunity) — с января 2004 года. На 15 апреля 2015 года в рабочем состоянии.
- Кьюриосити (англ. Curiosity) — с 6 августа 2012 года. На 15 апреля 2015 года работает. (в рамках программы Mars Science Laboratory, НАСА).

Исходя из этого, **возникли следующие вопросы:** каким должен быть марсоход, какие альтернативные решения в создании марсоходов есть, в чем разница между «нашими» марсоходами и другими, можно ли создать рабочую модель марсохода своими руками.

Для того чтобы разобраться в этих вопросах мы решили провести исследование.

Объект исследования: современные марсианские автоматические научные лаборатории (марсоходы)

Предмет исследования: модель марсохода МКР-15.

Цель: провести сравнительную характеристику марсоходов, создать модель марсохода МКР-15.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

- Рассмотреть историю возникновения эры изучения и покорения планеты Марс.
- Изучить основные принципы работы марсоходов.
- Изучить альтернативные подходы к созданию марсоходов.
- Изучить язык программирования C++.
- Освоить среду разработки Arduino IDE.
- Создать модель марсохода МКР-15.

Марсоходы

Наиболее точное определение термина «марсоход» приводится на сайте Википедии. Марсохо́д — космический аппарат (планетоход), передвигающийся по поверхности Марса.

Первым космическим аппаратом, исследовавшим Марс с пролётной траектории, стал американский Маринер-4. Первым искусственным спутником Марса стал американский Маринер-9. Первым совершил посадку на Марс спускаемый аппарат советской автоматической межпланетной станции Марс-3 в 1971 году. Передача данных с автоматической марсианской станции началась вскоре после её посадки на поверхность Марса, но прекратилась через 14,5 секунд. Попытки мягкой посадки автоматической марсианской станции спускаемыми аппаратами советских АМС Марс-2 в 1971 году и Марс-6, Марс-7 в 1973 году были неудачными. Первая работающая автоматическая марсианская станция являлась частью американского Викинга-1. Станция после мягкой посадки в 1976 году передала первые снимки с поверхности Марса, провела первые непосредственные исследования атмосферы и грунта.

Основными задачами изучения Марса с орбиты искусственных спутников в 1970-е годы являлось определение характеристик атмосферы и фотографирование поверхности. Было предусмотрено изучение магнитного и гравитационного полей планеты, её тепловых характеристик, рельефа и прочего, для чего были запущены советские автоматические межпланетные станции «Марс-2» и «Марс-3».

Технические особенности различных марсоходов

Технические особенности советских и иностранных марсоходов коренным образом отличались типами шасси. Когда иностранные марсоходы выбирали схему движения марсохода с помощью 6-ти пар колес, советские

ученые не имея информации о грунте планеты Марс, выбрали шагающее шасси с датчиками обнаружения препятствий.

Отличалась и электронная начинка марсоходов. Советские ученые всегда выбирали принцип подключения питания по кабелю от автоматической марсианской станции или спускаемого модуля и дистанционное управление, электроника в марсоходе была самая примитивная, она могла обмениваться данными с АМС (автоматической марсианской станцией) и брать простейшие пробы грунта.

Иностранные же марсоходы были в сравнении с советскими похожими на «новогоднюю елку». Питание осуществлялось через солнечные батареи, управление дистанционное через спутник около орбитального базирования, очень мощная электроника, радиационно и низкотемпературно стойкая. В совокупности электроника и оборудование установленное на марсоход позволяло решать широкий спектр задач.

Инструменты марсоходов

Панорамная Камера (Pancam) — помогает изучить структуру, цвет, минералогию местного ландшафта;

Навигационная Камера (Navcam) — монохромная, с большим углом обзора, также камеры с более низким разрешением, для навигации и вождения;

Миниатюрный Тепловой Эмиссионный Спектрометр (Mini-TES) — изучает скалы и почвы, для более подробного анализа, также определяет процессы, которые сформировали их;

Hazcams, две B&W камеры с 120 градусным полем зрения, обеспечивающие дополнительные данные о состоянии ровера (марсохода).

Манипулятор ровера (марсохода) содержит следующие инструменты:

- Миниатюризованный Мессбауэровский Спектрометр (MB) MIMOS II — проводит исследования минералогии железосодержащих пород и почв;

- Спектрометр альфа-частиц (APXS) — анализ химического состава скал и почв;
- Магниты — сбор магнитных частиц пыли;
- Микрокамера (MI) — получает увеличенные изображения марсианской поверхности в высоком разрешении, своеобразный микроскоп;
- Горный Инструмент Бурения (RAT) — мощный бур, способный создавать углубление диаметром 45 мм и глубиной 5 мм на скальной поверхности. Инструмент расположен на манипуляторе ровера (марсохода) и весит 720 грамм.
- Разрешение камер 1024x1024 пикселей. Полученные данные сохраняются со сжатием ICER для последующей передачи.

Принцип работы Марсохода по передаче данных на Землю

Связь с орбитальными аппаратами

Марсоходы миссии Mars Exploration Rovers в качестве ретранслятора используют орбитальный аппарат Марс Одиссей, который постоянно вращается вокруг красной планеты.

Подавляющее большинство научных данных передаются составу миссии на Землю, через роверную «UHF антенну», которая также используется для общения с орбитальным аппаратом Марс Одиссей.

Связь с Перелётным модулем

На Перелётном модуле установлены две антенны, необходимые для поддержания связи с Землёй. Всенаправленная антенна с низким коэффициентом усиления использовалась, когда корабль находился рядом с Землёй. В связи с тем, что она посылает сигнал во всех направлениях, ей не нужно наводиться на Землю, чтобы переключиться на другой канал связи. После этого вступает в дело остронаправленная антенна со средним

коэффициентом усиления, для успешной работы она должна быть направлена в сторону Земли, антенна имеет большую мощность.

Альтернативные подходы к созданию Марсоходов

Работают или работали следующие марсоходы:

ПроП-М

Прибор оценки проходимости — Марс (ПрОП-М) — так назывались первые в мире советские марсоходы.

Одинаковые марсоходы входили в состав автоматических марсианских станций, которые должны были быть доставлены на поверхность Марса в 1971 году спускаемыми аппаратами автоматических межпланетных станций Марс. Спускаемый аппарат Марс-2 разбился 27 ноября 1971 при неудачной попытке мягкой посадки. Спускаемый аппарат Марс-3 совершил мягкую посадку 2 декабря 1971, но сигнал с самой марсианской станции, к которой был подключен по кабелю марсоход, пропал через 14,5 секунд. Станция предположительно вышла из строя из-за пылевой бури. Информация с марсохода не была получена.

Среди других запущенных планетоходов они выделялись прежде всего своей системой передвижения. Аппараты должны были перемещаться по поверхности при помощи двух лыж, находящихся по бокам, немного приподнимающих аппарат над поверхностью. Такая система была выбрана из-за отсутствия сведений о поверхности Марса.

На поверхность, в область видимости телекамер, его поместил бы манипулятор. Два тонких бруска впереди являются датчиками обнаружения препятствий на пути. Подвижный аппарат мог определить, с какой стороны находится препятствие, отступить от него и попытаться обойти. Каждые 1,5 метра он делал бы остановки для подтверждения правильности курса движения. Этот элементарный искусственный интеллект был необходим для

марсианских подвижных аппаратов, сигнал от Земли до Марса идёт от 4 до 20 минут, это слишком долго для подвижного робота. К моменту прихода команд с Земли, аппарат, возможно, уже вышел бы из строя.

Соджорнер

«Соджорнер» (англ. Sojourner, МФА: — Пришелец) — марсоход космического агентства НАСА, запущенный в рамках программы Марс Пасфайндер.

На поверхность Марса опустился 4 июля 1997 года, в составе спускаемого аппарата. Марсоход был рассчитан на 7-солную (сол — марсианские сутки) миссию, с возможностью расширения до 30 сол. Несмотря на это, он работал в течение 83 сол, до того момента, как спускаемая станция Пасфайндер, действовавшая в качестве ретранслятора, не вышла из строя; последний контакт с ней состоялся в 10:23 UTC 27 сентября 1997 года. Ровер не имел возможности общаться непосредственно с Землёй, роль ретранслятора данных выполняла спускаемая станция Пасфайндер, но так как 27 сентября 1997 года она вышла из строя, вместе с этим связь оборвалась и с марсоходом, несмотря на то, что он находился в рабочем состоянии. Всего, до потери связи, Соджорнер преодолел дистанцию примерно в 100 метров.

Спирит и Оппортьюнити

«Спи́рит», «Spirit» (англ. дух), или «MER-A» (сокр. от Mars Exploration Rover — A) — первый марсоход космического агентства НАСА из двух запущенных США в рамках проекта Mars Exploration Rover. Старт миссии состоялся 10 июня 2003 года. Спускаемый аппарат с марсоходом совершил мягкую посадку на Марс 4 января 2004 года за три недели до прибытия его близнеца «Оппортьюнити» (MER-B), который был успешно доставлен в другой район Марса, смещенный по долготе на примерно 180 градусов. В конце 2009 года марсоход застрял в песчаной дюне. Последняя связь с

Землей была 22 марта 2010 года. На данный момент связь с марсоходом потеряна.

«Оппортьюнити» (англ. Opportunity, МФА: [ˌɒpɔːtjuːˈnɪti] — благоприятная возможность), или MER-B (сокр. от Mars Exploration Rover — В') — второй марсоход космического агентства НАСА из двух запущенных США в рамках проекта Mars Exploration Rover. Был выведен с помощью ракеты-носителя Дельта-2 7 июля 2003 года. На поверхность Марса опустился 25 января 2004 года тремя неделями позже первого марсохода Спирит, успешно доставленного в другой район Марса, смещенный по долготе примерно на 180 градусов. Оппортьюнити совершил посадку в кратере Игл, на плато Меридиана. Название марсоходу, в рамках традиционного конкурса НАСА, было дано 9-летней девочкой российского происхождения Софи Коллиз, родившейся в Сибири и удочерённой американской семьёй из Аризоны. Продолжает функционировать до сих пор.

Кьюриосити

Марсианская научная лаборатория (МНЛ) (англ. Mars Science Laboratory, сокр. MSL), «Марс сайенс лэборатори» — миссия НАСА, в ходе выполнения которой на Марс был успешно доставлен и эксплуатируется марсоход третьего поколения «Кьюри́осити» (англ. Curiosity, МФА: [ˌkjʊərɪˈɒsɪti] — любопытство, любознательность). Марсоход представляет собой автономную химическую лабораторию в несколько раз больше и тяжелее предыдущих марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити». Аппарат должен будет за несколько месяцев пройти от 5 до 20 километров и провести полноценный анализ марсианских почв и компонентов атмосферы. Для выполнения контролируемой и более точной посадки использовались вспомогательные ракетные двигатели.

Запуск «Кьюриосити» к Марсу состоялся 26 ноября 2011 года, мягкая посадка на поверхность Марса — 6 августа 2012 года. Предполагаемый срок службы на Марсе — один марсианский год (686 земных суток).

Миссии к планете Марс

Завершённые миссии

-  Маринер-4 1964 год. Первое исследование Марса с пролётной траектории, первые снимки другой планеты с близкого расстояния
-  Маринер-6 и Маринер-7 1969 год. Исследование Марса с пролётной траектории. Первое исследование состава атмосферы с применением спектроскопических методик и определение температуры поверхности по измерениям инфракрасного излучения. Получение снимков поверхности.
-  Маринер-9 1971 год. Первый искусственный спутник Марса, первое картографирование поверхности.
-  Марс-2 1971 год. Искусственный спутник Марса и первая попытка мягкой посадки автоматической марсианской станции с помощью спускаемого аппарата (неудачная)
-  Марс-3 1971 год. Искусственный спутник Марса; первая мягкая посадка на Марсе, первая автоматическая марсианская станция (неудачная, передача данных со станции прекратилась вскоре после посадки)
-  Марс-4 1974 год. Исследование Марса с пролётной траектории (неудачная, планировалось запустить спутник Марса)
-  Марс-5 1974 год. Искусственный спутник Марса (частично удачная, время работы спутника около двух недель)
-  Марс-6 1974 год. Облёт Марса и попытка мягкой посадки автоматической марсианской станции с помощью спускаемого аппарата (неудачная, в непосредственной близости к поверхности Марса потеряна связь), первые прямые измерения состава атмосферы, давления и температуры во время снижения спускаемого аппарата на парашюте
-  Марс-7 1974 год. Облёт Марса и попытка мягкой посадки автоматической марсианской станции с помощью спускаемого аппарата (неудачная, спускаемый аппарат пролетел мимо Марса)
-  Викинг-1 1976 год. Искусственный спутник Марса и первая работающая автоматическая марсианская станция; первые снимки, переданные с поверхности Марса, первые непосредственные исследования атмосферы и грунта, первые эксперименты по поиску жизни на Марсе.
-  Викинг-2 1976 год. Искусственный спутник Марса и автоматическая марсианская станция; снимки, переданные с поверхности Марса,

непосредственные исследования атмосферы и грунта, эксперименты по поиску жизни на Марсе.

-  Фобос-2 1988 год. Искусственный спутник Марса (потеряна связь перед попыткой посадки спускаемого аппарата на Фобос)
-  Mars Global Surveyor 1996 год. Искусственный спутник Марса (время работы 1996-2004 гг.)
-  Mars Pathfinder 1997 год. Автоматическая марсианская станция и первый марсоход Соджонер (время работы 4 июля 1997 года - 27 сентября 1997 года)
-  Спирит 2004 год. Марсоход (время работы 4 января 2004 года - 22 марта 2010 года)
-  Phoenix 2007 год. Автоматическая марсианская станция. Первая автоматическая марсианская станция в полярном районе. (время работы 25 мая 2008 года - 2 ноября 2008 года)

Неудавшиеся миссии

Миссия	Год	Страна (заказчик/изготовитель)	Причина неудачи
Марс 1960А	1960	СССР	Авария ракеты-носителя
Марс 1960Б	1960	СССР	Авария ракеты-носителя
Марс 1962А	1962	СССР	Не сработала разгонная ступень
Марс-1	1962	СССР	Утеряна связь
Марс 1962В	1962	СССР	Не сработала разгонная ступень
Маринер-3	1964	США	Не отделился головной обтекатель
Зонд-2	1964	СССР	Не попал в район Марса
Марс 1969А	1969	СССР	Авария ракеты-носителя
Марс 1969В	1969	СССР	Авария ракеты-носителя
Маринер-8	1971	США	Авария ракеты-носителя
Космос-419	1971	СССР	Не сработала разгонная ступень
АМС «Фобос-1»	1988	СССР	Утеряна связь
АМС «Фобос-2»	1988	СССР	Выведен на орбиту Марса. Утеряна

			связь
Mars Observer	1992	США	Утеряна связь
«Марс-96»	1996	Россия	Не сработала разгонная ступень
Нодзоми	1998	Япония	Не удалось вывести на орбиту Марса
Mars Climate Orbiter	1999	США	Авария при попытке вывода на орбиту Марса
Mars Polar Lander	1999	США/Россия	Авария при посадке
Deer Space 2	1999	США	Утеряна связь после входа в атмосферу
Бигль-2 (посадочный модуль Марс-экспресс)	2003	ЕКА	Неполное разворачивание панелей солнечных батарей после посадки
Фобос-Грунт	2011	Россия	Отказ бортового вычислительного комплекса; Не включилась разгонная ступень
Инхо-1	2011	Китай	Должен был быть доставлен в миссии Фобос-Грунт

Текущие миссии

На орбитах вокруг Марса работают пять искусственных спутников:

-  Марс Одиссей (с 24 октября 2001 года);
-  Марс-экспресс (с 25 декабря 2003 года);
-  Марсианский разведывательный спутник (с 10 марта 2006 года);
-  MAVEN (с 22 сентября 2014 года);
-  Мангальян (с 24 сентября 2014 года).

На поверхности планеты работают марсоходы:

-  «Оппортьюнити» (с 25 января 2004 года);
-  «Кьюриосити» (Mars Science Laboratory) (с 6 августа 2012 года).

Вывод

Исследование включало в себя следующие этапы:

- рассмотреть историю возникновения эры изучения и покорения планеты Марс.
- изучить основные принципы работы марсоходов.
- изучить альтернативные подходы к созданию марсоходов.
- изучить язык программирования C++.
- освоить среду разработки Arduino IDE.
- создать модель марсохода МКР-15.

В результате проведения исследования были получены следующие результаты:

Сравнительная характеристика советского и иностранных марсоходов

См. Таблица 1. (Приложение 2.)

Недостатками советского марсохода являются:

- питание марсохода по кабелю от автоматической станции;
- малая мощность передатчика;
- плохая радиационная и пылевая защита;
- шасси марсохода выполненное в виде двух лыж;
- малая скорость передвижения по планете Марс.

Недостатков у иностранных марсоходов тоже не мало, среди основных, можно выделить следующие:

Недостатки иностранных марсоходов:

- отсутствие системы очистки солнечных батарей.

- незащищенное шасси марсохода от воздействия мелкодисперсной марсианской пыли.
- не дублированная флеш-память.
- незащищенный манипулятор марсохода от воздействия мелкодисперсной марсианской пыли.
- плохая гермозащита основных рабочих узлов.

Таким образом, можно сделать вывод, что наилучшие результаты даст внимательный подход и изучение уже полученных данных с четкой работой над ошибками и вводом новых высококачественных агрегатов и силовых установок. В нашей работе мы создали модель марсохода МКР-15, воссоздали грунт аналогичный по свойствам с грунтом планеты Марс и собрали данные о проходимости и работоспособности марсохода МКР-15. В качестве оператора марсохода выступал человек с простейшим пультом на ИК-управлении. Мы определили, что шасси марсохода должно быть гусеничным, так обеспечивается лучшая проходимость и сцепление с грунтом. Солнечные батареи должны быть выполнены с очистителями, для достижения лучшего КПД при заряде батарей от солнечной энергии. На каждом из моторов шасси и сервомоторов манипулятора должны стоять ультразвуковые установки для очистки движимых частей от вездесущей марсианской пыли. Приняв во внимание все выше перечисленное, марсоход сможет работать на благо всего человечества дольше и лучше! ... и может быть, мы не одиноки во Вселенной...

Приложение 1

Практическая часть исследования

Одной из задач нашего исследования являлось создание модели марсохода МКР-15. Эта задача была реализована с помощью платформы Arduino Uno и Arduino Leonardo, на базе процессоров ATmega328 и ATmega32u4 с тактовой частотой 16 МГц и памятью 32 кб.

Arduino — это открытая платформа, которая позволяет собирать различные по назначению и применению электронные устройства.

Платформа состоит из аппаратной и программной частей. Для программирования используется упрощённая версия C++, известная так же как Wiring. Полное техническое описание созданной модели марсохода МКР-15 и sketch (текст программы) мы привели ниже в техническом описании устройства в данном *Приложении 1*.

Весь процесс работы всех узлов и агрегатов модели марсохода МКР-15, представлен в виде видеоролика.

Техническое описание устройства

Модель марсохода МКР-15 создана на основе открытой платформы Arduino Uno и Arduino Leonardo, на базе процессора ATmega328p и ATmega32u4 с тактовой частотой 16 МГц и памятью 32 кб (данные памяти и тактовой частоты приведены для обеих платформ, они идентичны).



Рисунок 1. Открытая платформа Me Orion (построенная на чипсете Arduino Uno)



Рисунок 2. Открытая платформа Me Baseboard (построенная на чипсете Arduino Leonardo)

Размер плат составляет 8×6 см. Гнёзда для внешнего питания и USB выступают на пару миллиметров за обозначенные границы. На плате предусмотрены места для крепления на шурупы или винты.

Arduino Uno/Leonardo может питаться как от USB подключения, так и от внешнего источника: батарейки или обычной электрической сети. Источник определяется автоматически. Платформа может работать при наличии напряжения от 6 до 20 В. Однако при напряжении менее 7 В работа может быть неустойчивой, а напряжение более 12 В может привести к перегреву и повреждению. Поэтому лучше всего подойдет диапазон: 7 - 12 В с силой тока 2А (обычно такой ток необходим для правильной работы двигателей). Платформа оснащена 32 кб flash-памяти, 2 кб из которых отведено под так называемый bootloader. Он позволяет прошивать Arduino с обычного компьютера через USB. Эта память постоянна и не предназначена для изменения по ходу работы устройства. Её предназначение — хранение программы и сопутствующих статичных ресурсов.

Также имеется 2 кб SRAM-памяти, которые используются для хранения временных данных вроде переменных программы. Это оперативная память платформы. SRAM-память очищается при обесточивании.

Ещё имеется 1 кб EEPROM-памяти для долговременного хранения данных. По своему назначению это аналог жёсткого диска для Arduino.

На платформе расположены 8 портов RJ25 для подключения различных сопутствующих устройств на выбор разработчика. Они используются для цифрового ввода и вывода. Все они работают с напряжением 5 В, и рассчитаны на ток до 40 мА. Кроме этого на плате имеется входной контакт Reset. Его установка в логический ноль приводит к сбросу процессора. Это аналог кнопки Reset обычного компьютера.

Контроллер Arduino Uno использовался для подключения шасси, двух сервоприводов с манипулятором на конце. Коммуникация осуществлялась через ИК-порт марсохода.

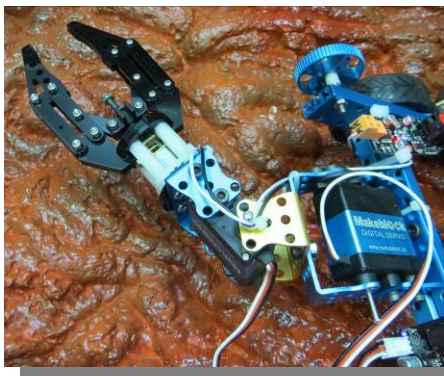


Рисунок 3. Манипулятор с двумя сервоприводами

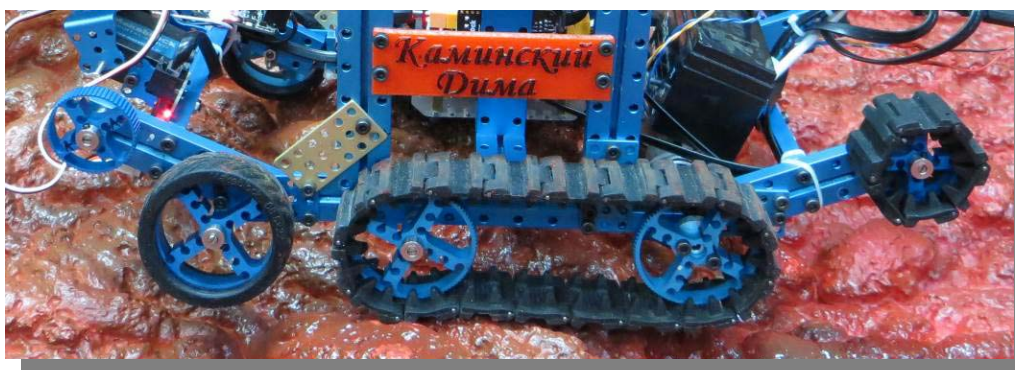


Рисунок 4. Шасси марсохода

Контроллер Arduino Leonardo использовался для лазерного дальномера (он же оборонное оружие), двигателя лазера, двигателей буровой установки. Коммуникация так же, осуществлялась через ИК-порт марсохода.

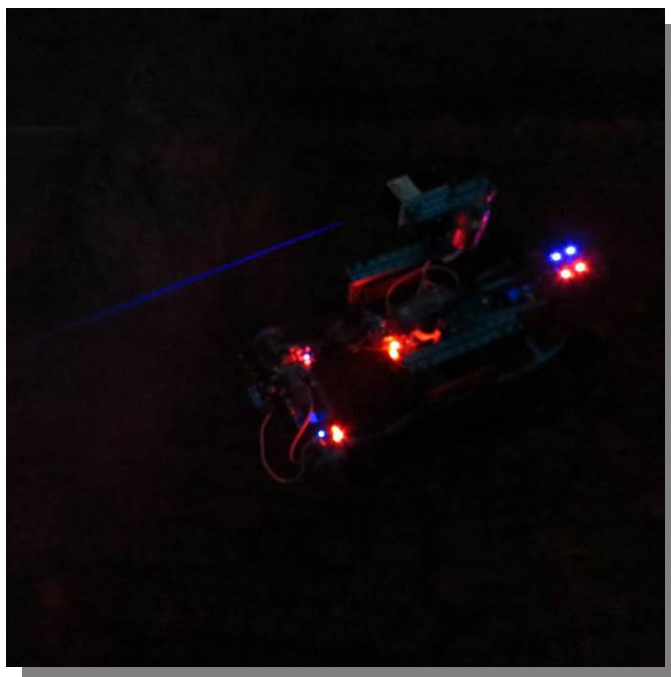


Рисунок 5. Показана работа лазерной установки в активном оборонном режиме (синий луч в обычном спектре зрения)

Лазерный дальномер может переключаться в три режима работы, определение расстояния до объекта, определение температуры объекта и оборона в случае нападения на марсоход. Так же лазерный дальномер используется в качестве фокусирующего луча, который может поджечь тротилловую шашку после закладки ее в вырытую шахту, для увеличения размеров шахты и для активной добычи полезных ископаемых и проб грунта.



Рисунок 6. Поворотный механизм лазерной установки

Поворотный механизм лазерной установки позволяет вести активные действия в радиусе 360^0 .

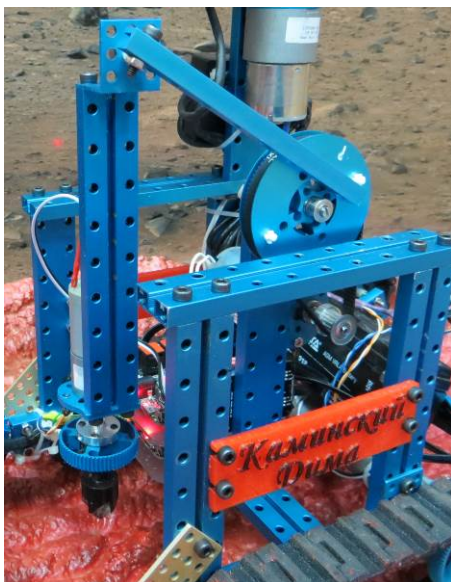


Рисунок 7. Механизм подъема/опускания буровой установки (выделено белым)

Данное устройство было разработано для того, чтобы робот мог давить всем своим весом на бур в процессе бурения, это увеличит полезную нагрузку на этапе бурения отверстия и ускорит достижение желаемого результата.



Рисунок 8. Бур с ограничителем

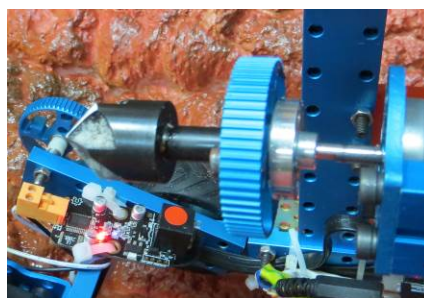


Рисунок 9. Еще одно детализированное фото Бура с ограничителем

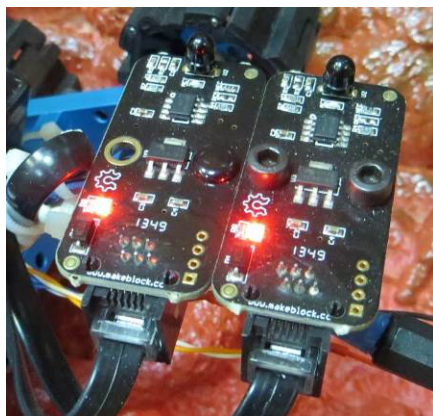


Рисунок 10. ИК-датчики по каждому для двух микроконтроллеров UNO/Leonardo

С помощью данных датчиков марсоход мог получать команды от оператора. Учитывая наличие двух плат (микроконтроллеров) мы установили два ИК-датчика для каждой из плат.

Следующим этапом работы следовала проверка всех агрегатов и узлов модели марсохода МКР-15. Закрепляем все провода пластиковыми стяжками.

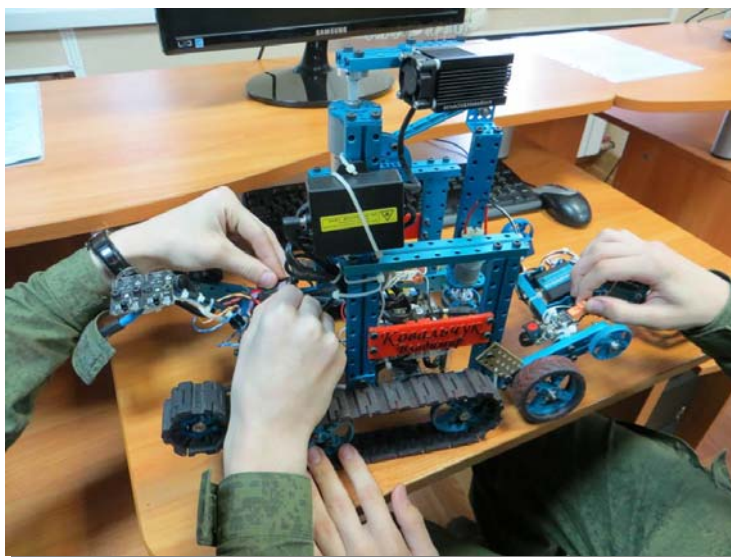


Рисунок 11. Проверка агрегатов и узлов модели

После проверки, мы убедились, что все закреплено хорошо, ничего не шатается и не будет мешать при езде на испытательном стенде планеты Марс. Теперь мы готовы программировать!

Мы подключаем первую плату марсохода Arduino Uno к компьютеру через USB, чтобы запрограммировать.

Для платы Arduino UNO существует среда разработки – Arduino IDE которая работает на языке C++. Мы использовали версию этой утилиты, предназначенную для ОС Windows.

Мы изучили язык программирования C++, чтобы написать программу для модели марсохода МКР-15.

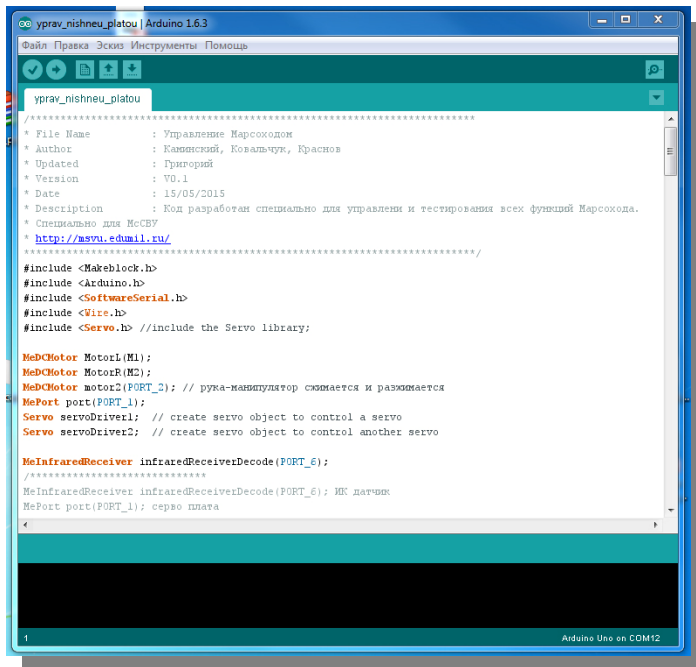


Рисунок 12. Среда разработки программы (sketch) для Arduino Uno

Загрузили код для Arduino Uno и проверили работоспособность шасси модели марсохода.

Ниже представлен программный код для микроконтроллера Arduino Uno с комментариями.

```
/*
*****
* File Name      : Управление Марсоходом
* Author        : Каминский, Ковальчук, Краснов
* Updated       : Григорий
* Version       : V0.1
* Date          : 15/05/2015
* Description    : Код разработан специально для управления и тестирования всех функций Марсохода.
* Специально для McCBY
* http://msvu.edumil.ru/
*****
#include <Makeblock.h>
#include <Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Servo.h> //include the Servo library;

MeDCMotor MotorL(M1);
MeDCMotor MotorR(M2);
MeDCMotor motor2(PORT_2); // рука-манипулятор сжимается и разжимается
MePort port(PORT_1);
Servo servoDriver1; // create servo object to control a servo
Servo servoDriver2; // create servo object to control another servo

MeInfraredReceiver infraredReceiverDecode(PORT_6);
/*
*****
MeInfraredReceiver infraredReceiverDecode(PORT_6); ИК датчик
*/
```



```

MePort port(PORT_1); серво плата
Servo servoDriver1; серво 1
Servo servoDriver2; серво 2
это ввод в код устройств
*****/

int servo2pin = port.pin1(); //Раздел на серво плате №1
int servo1pin = port.pin2(); //Раздел на серво плате №2
int pos1 = 0;
int pos2 = 180;
boolean leftflag, rightflag;

int moveSpeed = 200; // скорость движения Марсохода
int moveSpeed1 = 220; // скорость сжатия манипулятора

int minSpeed = 55;
int factor = 23;
/*****/
Ввод переменных в код
*****/

void setup()
{
  infraredReceiverDecode.begin(); //начало работы ИК
  servoDriver1.attach(servo1pin); // Подключаем серво к нужному пину (1)
  servoDriver2.attach(servo2pin); // Подключаем серво к нужному пину (2)
}
void loop()
{
  if(infraredReceiverDecode.available()||infraredReceiverDecode.buttonState()) //чтение данных ИК-пульта
  {
    switch(infraredReceiverDecode.read())
    {
      case IR_BUTTON_CLR: // разжать клешню-манипулятор
        Forward2();
        break;
      case IR_BUTTON_0: // сжать клешню-манипулятор
        Backward2();
        break;
      case IR_BUTTON_PLUS: // ехать прямо
        Forward();
        break;
      case IR_BUTTON_MINUS: // ехать назад
        Backward();
        break;
      case IR_BUTTON_NEXT: // ехать вправо
        TurnRight();
        break;
      case IR_BUTTON_PREVIOUS: // ехать влево
        TurnLeft();
        break;
      case IR_BUTTON_9: // начальная позиция, манипулятор находится по середине и сжат
        POsition9();
        break;
      case IR_BUTTON_6: // положить налево питарду
        POsition6();
        break;
      case IR_BUTTON_3: // положить направо питарду
        POsition3();
        break;
      case IR_BUTTON_2: // положить прямо питарду
        POsition2();
        break;
      case IR_BUTTON_1: // фиксация положения розжига питарды

```

```

        POsition1();
        break;
    case IR_BUTTON_RETURN: // положить бомбу и разжать манипулятор
        POsitionZERO();
        break;
    }
}
else
{
    Stop();
}
}

void POsitionZERO() // позиция сброса питарды с одновременным разжатием манипулятора
{
    servoDriver1.write(-90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    servoDriver2.write(62); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    Forward2(); // разжать манипулятор в течении 1 секунды
    delay(1000);
}

void POsition6() // положить налево
{
    servoDriver1.write(-90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    servoDriver2.write(120); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
}

void POsition2() //положить питарду в ямку
{
    servoDriver1.write(-90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    servoDriver2.write(62); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
}

void POsition3() //положить направо
{
    servoDriver1.write(-90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    servoDriver2.write(-90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
}

void POsition9() // начальная позиция, манипулятор находится по середине
{
    servoDriver1.write(90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    servoDriver2.write(62); // изменение позиции на нужный угол
    delay(15);
    Backward2(); // сжать манипулятор в течении 0,8 секунды
    delay(800);
}

void POsition1() // фиксация положения розжига-питарды
{
    servoDriver1.write(90); // изменение позиции на нужный угол
    delay(50);
    servoDriver2.write(41); // изменение позиции на нужный угол
    delay(50);
}

void Forward()
{
    MotorL.run(moveSpeed);
    MotorR.run(moveSpeed);
}

```

```

void Forward2()
{
  motor2.run(moveSpeed1);
}
void Backward()
{
  MotorL.run(-moveSpeed);
  MotorR.run(-moveSpeed);
}
void Backward2()
{
  motor2.run(-moveSpeed1);
}
void TurnLeft()
{
  MotorL.run(-moveSpeed);
  MotorR.run(moveSpeed);
}
void TurnRight()
{
  MotorL.run(moveSpeed);
  MotorR.run(-moveSpeed);
}
void Stop()
{
  MotorL.run(0);
  MotorR.run(0);
  motor2.run(0);
}
void ChangeSpeed(int spd) // изменение скорости моторов
{
  moveSpeed = spd;
  moveSpeed1 = spd;
}

```

Тут представлен программный код для микроконтроллера Arduino Leonardo с комментариями. Его тоже нужно загрузить на микроконтроллер Arduino Leonardo.

```

/*****
* File Name      : Управление бурильной и оборонительной установки Марсохода
* Author        : Каминский, Ковальчук, Краснов
* Updated       : Григорий
* Version       : V0.1
* Date          : 15/05/2015
* Description    : Код разработан специально для управления и тестирования всех функций Марсохода.
* Специально для МСВУ
* http://msvu.edumil.ru/
*****/
#include <Makeblock.h>
#include <Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Servo.h> //включена Серво-библиотека;

MeDCMotor MotorL(M1);
MeDCMotor MotorR(M2);
MeDCMotor motor2(PORT_2); // повороты оборонительным лазером
MeDCMotor motor1(PORT_1); // повороты буром

MeInfraredReceiver infraredReceiverDecode(PORT_6);

int moveSpeed = 120; // эта скорость будет для поднятия-опускания бура

```

```

int moveSpeed1 = 255; // эта скорость будет для бурения
int moveSpeed2 = 50; // эта скорость будет для поворота оборонительным лазером
boolean leftflag,rightflag;
int minSpeed = 55;
int factor = 23;
void setup()
{
    infraredReceiverDecode.begin();
}
void loop()
{
    if(infraredReceiverDecode.available()||infraredReceiverDecode.buttonState())
    {
        switch(infraredReceiverDecode.read())
        {
            case IR_BUTTON_POWER: // поворот лазером налево
                TurnRight();
                break;
            case IR_BUTTON_MENU: // поворот лазером направо
                TurnLeft();
                break;
            case IR_BUTTON_PLAY: // стрелять-обороняться лазером
                Forward();
                break;
                Forward3();
                break;
            case IR_BUTTON_8: //опустить бур
                Forward3();
                break;
            case IR_BUTTON_7: // поднять бур
                Backward3();
                break;
            case IR_BUTTON_5: // бурить назад
                Backward2();
                break;
            case IR_BUTTON_4: // бурить вперед
                Forward2();
                break;
        }
    }
    else
    {
        Stop();
    }
}
void Forward()
{
    MotorL.run(moveSpeed);
}
void Forward2()
{
    motor2.run(moveSpeed1);
}
void Forward3()
{
    motor1.run(moveSpeed);
}
void Backward()
{
    MotorL.run(-moveSpeed);
}
void Backward2()
{

```

```

    motor2.run(-moveSpeed1);
}
void Backward3()
{
    motor1.run(-moveSpeed);
}
void TurnLeft()
{
    MotorR.run(moveSpeed2);
}
void TurnRight()
{
    MotorR.run(-moveSpeed2);
}
void Stop()
{
    MotorL.run(0);
    MotorR.run(0);
    motor2.run(0);
    motor1.run(0);
}
void ChangeSpeed(int spd) // изменение скорости моторов
{
    moveSpeed = spd;
}

```

Вот теперь после загрузки двух программ для наших микроконтроллеров мы были уверены в нормальной работе нашего устройства и в том, что его можно использовать как рабочую версию модели марсохода МКР-15.

Ниже приведено фото на испытательном стенде планеты Марс нашего марсохода МКР-15. Он успешно прошел испытания!

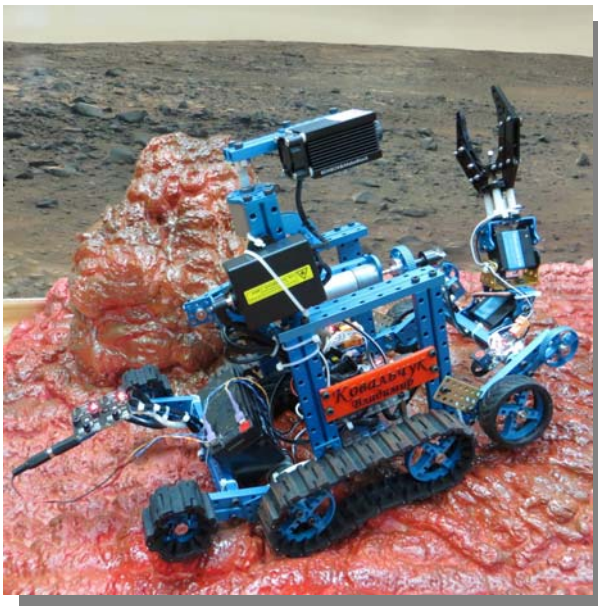


Рисунок 13. Модель марсохода МКР-15 на испытательном стенде планеты Марс

Приложение 2

Таблица 1.

	Кьюриосити	MER (Спирит и Оппортьюнити)	Соджорнер	ПроП-М (Марс 3)
Страна производитель	США	США	США	СССР
Запуск	2011	2003	1996	1971
Масса (кг)	899	174	10,6	4,5
Размеры (В метрах, Д×Ш×В)	3,1×2,7×2,1	1,6×2,3×1,5	0,7×0,5×0,3	0,25×0,22×0,04
Мощность (кВт·ч/сол)	2.5-2,7	0,3—0,9	< 0,1	-
Научные инструменты	10	5	4	2
Максимальная скорость (см/сек)	4	5	1	1
Передача данных (МБ/сутки)	19—31	6—25	< 3,5	< 1
Производительность (MIPS)	400	20	0,1	0,07
Память (МВ)	256	128	0,5	0,3
Расчётный район посадки (км)	20х7	80х12	200х100	200х150

Список использованной литературы, интернет ресурсы

1. Исследование Марса <http://link.ac/4Rni9>
2. Марсоход <http://link.ac/4RnJ910>
3. Марс <http://link.ac/4RnK48>
4. Перхлораты <http://link.ac/4RnL1>
5. Гусев (кратер) <http://link.ac/4RnM1>
6. Прибор оценки проходимости – Марс <http://link.ac/4RnN5>
7. Оппортьюнити <http://link.ac/4RnO6>
8. Марсианская научная лаборатория <http://link.ac/4RnP0>
9. Спирит (марсоход) <http://link.ac/4RnQ104>
10. Соджорнер (марсоход) <http://link.ac/4RnR3>
11. Сайт посвященный Марсиаде <http://marsiada.ru/369/2095/>
12. Сайт Необот <http://www.neobot.ru/>
13. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
14. Сайт, посвященный Arduino <http://www.arduino.cc/>
15. Марсианские хроники СССР <http://www.rg.ru/2013/12/02/osvoenie-site.html>
16. Кадры заката на Марсе <http://link.ac/4RnT0>
17. План колонизации Марса? <http://link.ac/4RnU29>
18. МАРС в 3-D, Джим Белл, М.: Эксмо, 2010. – 160 с.:ил.