

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Борисоглебского городского округа “Борисоглебская гимназия №1”
г. Борисоглебск Воронежская область

Прикладной проект

Моделирование робототехнической машины для исследования Марса

выполненный обучающимся IX класса

Мячиным Кириллом Васильевичем

Руководитель проекта:

Мячина Светлана Александровна,

педагог-организатор

2020 г.

Содержание

Введение.....	3
Марс и Земля.....	4
Первые марсоходы	6
Основные особенности конструкции марсоходов.....	11
Планируемые к запуску марсоходы	14
Конструкция марсохода “МК-1”	15
3D модель.....	19
Программирование.....	22
Перспективы	22
Результаты и выводы	22
Список использованной литературы и Интернет-источники.....	23

Введение

Марс – это планета, которая располагается ближе всего к Земле. В его атмосфере, пусть и в малом количестве, содержится кислород. Присутствует вода - в полярных шапках в виде льда (слишком низкое атмосферное давление не позволяет существовать воде на поверхности в жидком виде). На этой планете, как и на Земле, есть вулканы. На Марсе наблюдаются извилистые долины и углубления, похожие на русла рек. Такие образования могут быть связаны с водной и ледниковой эрозией и свидетельствовать о том, что несколько миллиардов лет назад эта планета имела более плотную атмосферу и гидросферу. Марс является более перспективным небесным телом для поиска следов жизни и возможной колонизации в будущем. Я выбрал эту тему потому, что она актуальна т.к. уже в 2020 году хотят запустить марсоход на Марс и я решил сделать свою модель марсохода.

Цель: создание робототехнической установки для исследования Марса.

Задачи:

1. Проанализировать литературу о планете Марс.
2. Проанализировать данные о марсоходах “Кьюриосити”, ”Опотьонити”, ”Спирит”.
3. Создать модель роботизированной машины;
4. Разработать программу для автоматической работы робота в среде EV3
5. Провести эксперименты, сделать выводы и подготовить презентационный материал.

Марс и Земля

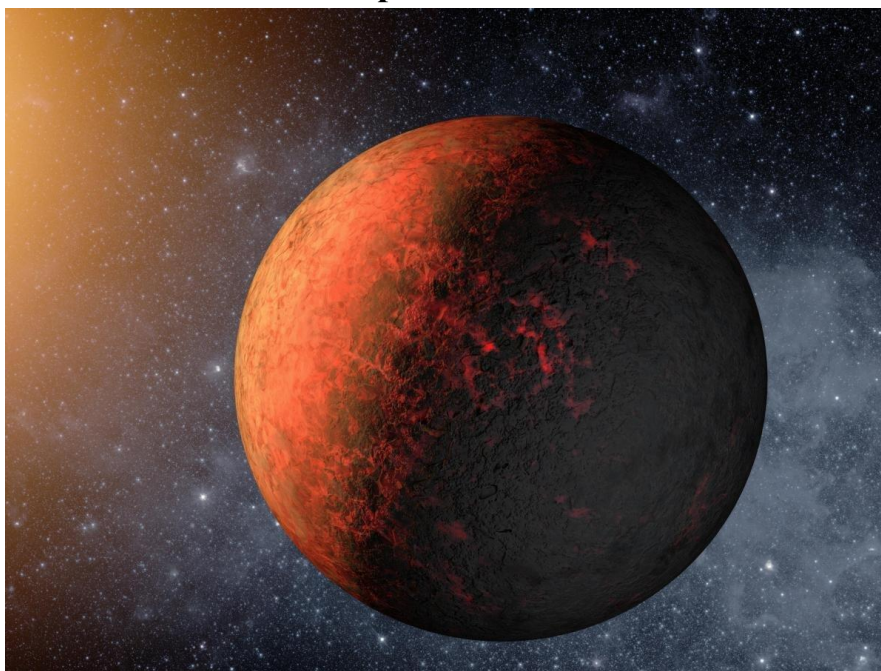


Рис 1. Марс.

<https://24smi.org/public/media/news/2014/11/29/1417275685-nasa-otpravila-na-mars-90-tysyach-radiosoobshenij-.jpg>

Полный оборот вокруг своей оси эти две планеты совершают почти за одинаковое время: Земля – за 23 часа 56 мин, а Марс – за 24 часа 37 мин, зато марсианский год почти вдвое превышает наш и составляет 668 марсианских суток. И Марс, и Земля вращаются вокруг солнца по эллиптической орбите, но форма орбиты Марса значительно более вытянутая, что как раз является причиной такой большой длительности марсианского года. И Марс, и Земля имеют спутники, но у Земли только один спутник – Луна, а у Марса их два — Фобос и Деймос. Ученые предполагают, что Марс имеет такое же строение, как Земля, то есть имеет ядро, мантию и кору. Однако ядро Марса скорее всего твердое, в отличие от жидкого Земного ядра. Гравитация на Марсе мягче примерно в 2,5 раза ниже, чем на Земле. По этой причине, например, пыль, поднятая штормом, будет намного дольше висеть в воздухе, чем мы привыкли.

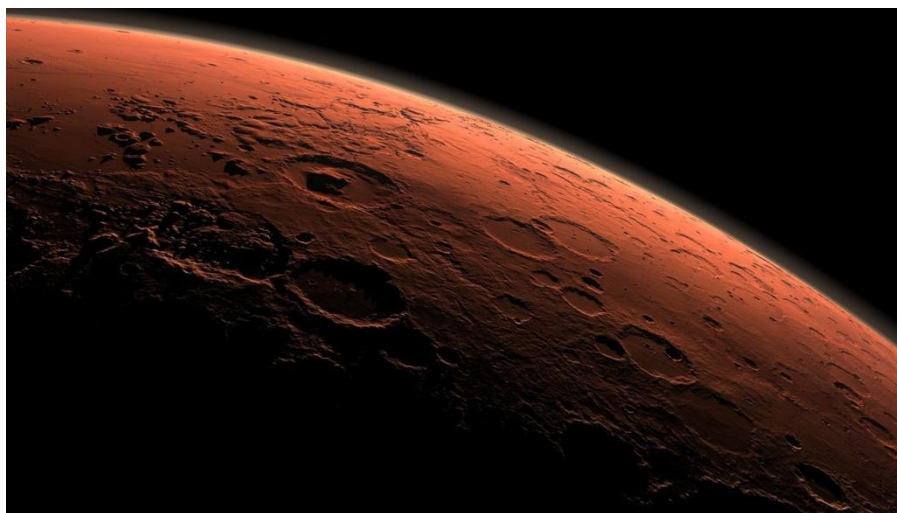


Рис 2. Поверхность Марса.

https://versiya.info/uploads/posts/2018-04/1524833681_mars.jpg

По своим размерам Марс примерно в два раза меньше Земли, средний радиус равен приблизительно 3390 км (у Земли 6370 км). Из-за этого сила тяжести также намного меньше – всего 38% от земной. Такая гравитация покажется человеку более комфортной, так как ощущение собственного веса уменьшится на 62%.

Как и все планеты нашей Галактики, Марс вращается вокруг Солнца по орбите в виде эллипса. Более вытянутая форма в сравнении с земной орбитой отдаляет Марс на большее расстояние от Солнца, что влияет на несколько параметров планеты. Во-первых, продолжительность марсианского года примерно вдвое превышает земной год (668 марсианских суток против 365 земных), несмотря на то, что средняя продолжительность суток обеих планет практически одинакова. Во-вторых, на Марсе отмечены большие скачки температуры на протяжении года: от +20 до -120°. Большая отдаленность от Солнца делает Марс преимущественно холодной планетой. Средний показатель температуры равен приблизительно -60°, из-за чего на поверхности нет воды в жидком виде, но есть большие залежи льда. Ученые надеются, что жидкая вода все-таки существует, но находится глубоко в расщелинах.

Первые марсоходы

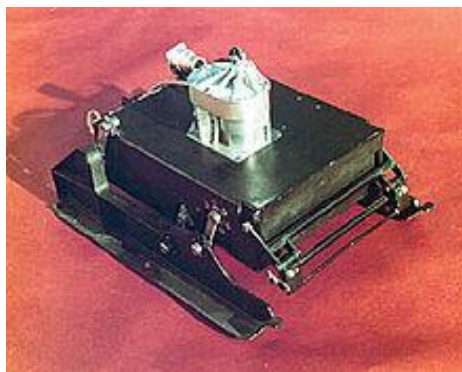


Рис. 3. Первый марсоход СССР.

<https://www.ispaceman.ru/wp-content/uploads/2013/04/Прибор-оценки-проходимости-Марс-—-ПрОП-М.jpeg>

Первым марсоходом, успешно выполнившим свою миссию, был прибор оценки проходимости — **Марс (ПРОП-М)**. Также, одинаковые марсоходы входили в состав автоматических марсианских станций, которые должны были быть доставлены на поверхность Марса в 1971 году спускаемыми аппаратами советских автоматических межпланетных станций Марс-2 и Марс-3. Данные марсоходы подключены 15 метровым кабелем к марсианской станции. Манипулятор помещает марсоход на участок поверхности снимаемый телекамерой станции. От других запущенных планетоходов ПРОП-М (Марс, Марс 1, Марс 2) отличались системой передвижения. Аппараты должны были перемещаться по грунту при помощи двух лыж, находящихся по бокам, немного приподнимающих аппарат над поверхностью. Такая система была выбрана из-за отсутствия в то время сведений о поверхности Марса. Два тонких стержня 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 поскольку сигнал от Земли до Марса идет от 4 до 20 минут. Это слишком долго для подвижного устройства. К моменту прихода команд с Земли аппарат, возможно, уже вышел бы из строя.

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 14,5 секунд. Информация с марсохода не была получена. Соджорнер (англ. Sojourner) — с 4 июля по 27 сентября 1997 года (в рамках программы MarsPathfinder, НАСА).

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 Патфайндер, действовавшая в качестве ретранслятора, не вышла из строя (после чего Ровер не имел возможности общаться непосредственно с Землёй); последний контакт с ней состоялся в 10:23 UTC 27 сентября 1997 года.

Спирит (англ. Spirit) — с января 2004 года по 22 марта 2010 года.

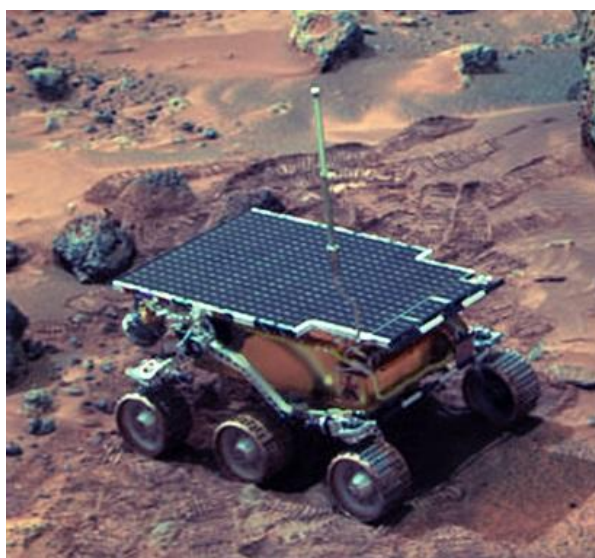


Рис. 4. Марсоход Спирит.

<https://rossaprimavera.ru/static/files/e520534c67bc.jpg>

Оппортьюнити (англ. Opportunity) — успешно доставлен на поверхность Марса в январе 2004 года. В середине 2018 года перешёл в

спящий режим из-за длительной пылевой бури. Последний контакт - 10 июня 2018 года



Рис. 5. Марсоход Оппортьюнити.

https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/1349008/pub_5c6a61da6516eb00b33decf8_5c6a623cadca1300ae24aaf9/scale_1200

Кьюриосити (англ. Curiosity) — с 6 августа 2012 года. На 29 августа 2019 года работает, в рамках программы Mars Science Laboratory, НАСА.



Рис. 6. Марсоход Кьюриосити.

<https://www.numerama.com/content/uploads/2019/06/curiosity-mars-space-nasa-mission.jpg>

Первый марсоход космического агентства НАСА из двух запущенных США в рамках проекта MarsExplorationRover. 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 мае 2009 года марсоход застрял в песчаной дюне. Последняя связь с Землей была 22 марта 2010 года.

Марсоход работал гораздо дольше, чем запланированные 90 солов (марсианских солнечных суток). Благодаря очистке солнечных батарей естественным ветром Марса выработка электроэнергии значительно повысилась, из-за чего «Спирит» продолжал эффективно функционировать долгое время, в конечном итоге значительно превысив запланированный срок службы. «Спирит» проехал 7,73 км вместо запланированных 600 м, что позволило сделать более обширные анализы геологических пород Марса. 1 мая 2009 года (через 5 лет, 3 месяца, 27 земных суток после посадки, что в 21,6 раза больше, чем запланированные 90 солов), «Спирит» застрял в песчаной дюне. Это была не первая такая ситуация с роверами, и в течение последующих восьми месяцев НАСА тщательно её анализировало; выполнялось моделирование участка, программирование, продолжались усилия по освобождению. Эти усилия продолжались до 26 января 2010 года, когда НАСА объявило, что высвобождению марсохода препятствует его расположение в мягком грунте, хотя научные исследования данного места продолжались. Ровер продолжали использовать как стационарную платформу, общение со «Спиритом» прекратилось на 2210 сол (22 марта 2010 года). JPL продолжала попытки восстановить контакт с ровером до 24 мая 2011 года, когда НАСА объявило, что усилия не принесли результатов, ровер молчал. Прощание со «Спиритом» состоялось в штаб-квартире НАСА и транслировалось на NASA TV.

Название марсоходу было дано в рамках традиционного конкурса НАСА 9-летней девочкой русского происхождения Софи Коллиз, родившейся в Сибири и удочерённой американской семьёй из Аризоны. **«Оппортьюнити»** или MER-B (сокр. от MarsExplorationRover — B') — второй марсоход космического агентства НАСА из двух запущенных США в рамках проекта MarsExplorationRover. 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, смещённый 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. На сегодняшний день «Оппортьюнити» продолжает эффективно функционировать, уже более чем в 50 раз превысив запланированный срок в 90 сол, проехав к концу октября 2016 года 43,45 км, всё это время получая энергию только от солнечных батарей. Очистка солнечных панелей от пыли происходит за счёт естественного ветра Марса, что позволяет марсоходу производить геологические исследования планеты. В конце апреля 2010 года продолжительность миссии достигла 2246 сол, что сделало её самой длительной среди аппаратов, работавших на поверхности «красной планеты». Предыдущий рекорд принадлежал автоматической марсианской станции Викинг-1, проработавшей с 1976 по 1982 год. Марсианская научная лаборатория (МНЛ) (англ. Mars Science Laboratory, сокр. MSL), «Марс сайенслэборатори» — миссия НАСА, в ходе выполнения которой на Марс был успешно доставлен эксплуатируется марсоход третьего поколения «Кьюриосити». Марсоход представляет собой автономную химическую лабораторию в несколько раз больше и тяжелее предыдущим 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). MSL — часть долговременной программы НАСА по исследованию Марса роботизированными зондами Mars Exploration Program. В проекте, помимо НАСА, участвуют также Калифорнийский технологический институт и Лаборатория реактивного движения.

Руководитель проекта — Дуг Маккистион (Doug McCuiston), сотрудник НАСА из отдела изучения других планет. Полная стоимость проекта MSL составляет примерно 2,5 миллиарда долларов.

Специалисты американского космического агентства НАСА решили отправить марсоход в кратер Гейла. В огромной воронке хорошо просматриваются глубинные слои марсианского грунта, раскрывающие геологическую историю красной планеты. Название «Кьюриосити» было выбрано в 2009 году среди вариантов, предложенных школьниками, путём голосования в сети Интернет. Среди других вариантов были Adventure («Приключение»), Amelia, Journey («Путешествие»), Perception («Восприятие»), Pursuit («Стремление»), Sunrise («Восход»), Vision («Видение»), Wonder («Чудо»).

Основные особенности конструкции марсоходов

Шасси – предназначены для обеспечения марсоходу максимальной проходимости и маневренности на поверхности далекой планеты.

Всего у марсоходов Спирит, Опытьюнити и Кьюриосити было по шесть колес, каждое из которых имеет возможность свободно вращаться и поворачивать.



Рис. 7. Колёса Кьюриосити.

https://social-network.biz/upload/photos/2018/04/PP5syBEq7Y5DOYX1T4YR_25_6d72cb9112a569b800243cdce6cc366f_cover_full.jpg

Манипулятор – устройство, предназначенное для получения информации об окружающей среде. На манипуляторах размещены камеры, устройства для бурения с целью получения образцов почвы, другие датчики.



Рис. 8. Манипулятор Кьюриосити.

[https://4.bp.blogspot.com/-
Ky66QH84UEU/UU7195jEV0I/AAAAAAAAInY/LPetTjsorY0/s1600/130323-
coslog-kremer-900-2p.photoblog900.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-Ky66QH84UEU/UU7195jEV0I/AAAAAAAAInY/LPetTjsorY0/s1600/130323-coslog-kremer-900-2p.photoblog900.jpg)

Камеры – устройства, предназначенные для получения изображений об окружающем марсоход.



Рис. 9. Камера Кьюриосити.

[http://fototelegraf.ru/wp-content/uploads/2011/11/marsohod-kjuriосiti-28-
10.jpg](http://fototelegraf.ru/wp-content/uploads/2011/11/marsohod-kjuriосiti-28-10.jpg)

Колеса марсохода «Кьюриосити» состоят из дыр. Они всегда там были — такова их конструкция. Двенадцать отверстий, расположенных на каждом из колес ровера, призваны помогать марсианской автономной научной лаборатории передвигаться по прериям Красной планеты. Однако ровер столкнулся с серьезной проблемой — на его колесах стали появляться новые дырки, которые уже не помогают, а напротив, негативно влияют на мобильные особенности робота. Дырки в колесах «Кьюриосити» стали настоящей проблемой для миссии. Инженерам и операторам марсохода приходится ежедневно перепроверять маршрут движения и выбирать более безопасные для его колес пути к основной цели марсианской лаборатории — горе Шарпа. Как отмечают руководители этой миссии, текущее состояние колес ровера пока никак не сказывается на способности марсохода бороздить марсианскую поверхность. Но если эти дырки в колесах не вызывают никаких проблем, то почему операторам приходится изменять маршрут движения? Так какое же на самом деле значение имеют появившиеся повреждения?

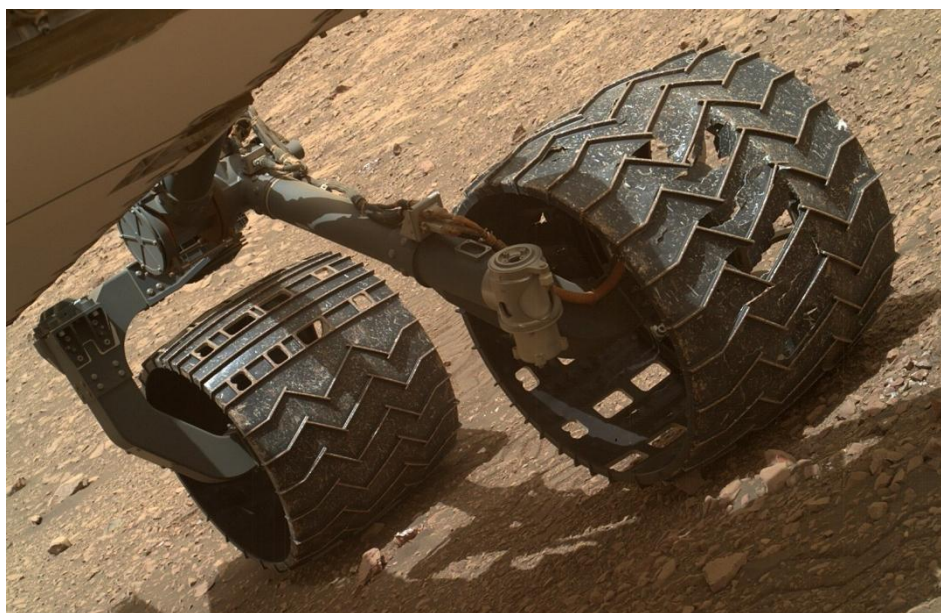


Рис.10. Поломанные колёса Кьюриосити.

https://1.bp.blogspot.com/1HizxEvRIyo/Wvvg5f7tsEI/AAAAAAAAAZgY/ejA1j5RY34o4eA23bLBSP6OXzX7a0lKKgCK4BGAYYCw/s1600/2030MH0002640000801517E01_DXXX-br2.jpg

Планируемые к запуску марсоходы

Марсоход «Розалинд Франклин» планируют запустить на Марс в июле 2020 года.

Марсоход НАСА «Марс-2020» — запуск запланирован на июль-август 2020 года. Учёные планируют использовать марсоход как платформу для изучения условий для постройки обитаемой базы на поверхности Марса. Марсоход НАСА «Марс-2020» будет состоять по большей части из узлов и деталей, которые разрабатывались для «Кьюриосити». На нем будет установлен ультрафиолетовый спектрометр, способный обнаруживать органические вещества. Модель 2020 будет заниматься сбором проб грунта Марса и проверять их на предмет наличия следов микробной жизни.

Китайская миссия на Марс-2020 — марсоход планируется доставить космическим кораблём на орбиту Марса, в июле-августе 2020 года. Центр космического проектирования при Комитете оборонной науки, техники и промышленности КНР планирует осуществить запуск при помощи ракеты-носителя «Чанчжэн-5» с космодрома Вэньчан. Далее, через семь месяцев полёта запланировано осуществить посадку в районе низких широт в северном полушарии Марса, где шестиколёсный марсоход весом 200 кг с питанием от четырех солнечных батарей в течение трёх марсианских месяцев будет вести исследование поверхности планеты.

Для межпланетной космонавтики лето станет особенно жарким: к полету на Марс готовятся два орбитальных зонда, три марсохода и даже вертолет. Такая спешка связана с тем, что время с конца июля до начала сентября будет исключительно удобно для запуска. Каждые 780 дней взаимное положение Земли и Красной планеты позволяет спланировать перелет по энергетически оптимальной траектории с наименьшим расходом топлива. В следующий раз подходящее стартовое окно откроется только в конце 2022 года, и нынешней возможностью хотят воспользоваться все.

Модель 2020 будет заниматься сбором проб грунта Марса и проверять их на предмет наличия следов микробной жизни. Эта задача не ставилась перед Curiosity. Марсоход 2020 будет должен также собирать и сохранять отобранные образцы — этого предшественник тоже не делал. Образцы планируется однажды отправить на Землю для дальнейшей проверки. Пока что конкретных планов по этому этапу миссии нет. «Миссия Mars 2020 — первый шаг в многоэтапной кампании по возвращению собранных и запечатанных образцов марсианских пород.

Конструкция марсохода “МК-1”

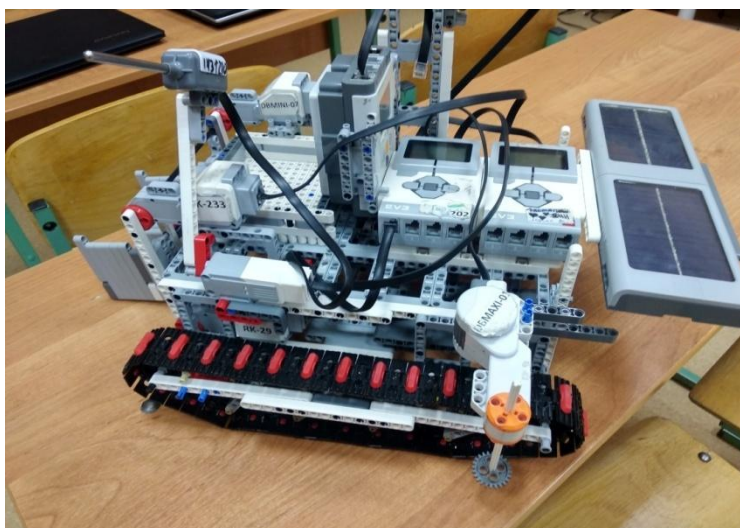


Рис. 11. Моя модель марсохода.

Мой проект решает проблему с колёсами марсоходов. На моей модели стоят гусеницы т.к. они лучше колёс. У гусениц больше проходимость. Вот сейчас на Марсе есть марсоход “Кьюриосити” у него колёса сделаны из алюминия и сейчас они уже просто в дырах, и поэтому я считаю, что лучше использовать гусеницы, но в настоящей модели марсохода можно использовать резиновые гусеницы т.к. резина легче алюминия и конструкция будет весить меньше. Делал я свою модель из лего Mindstorms. Мне не удалось туда поставить лабораторию для изучения почвы, но в будущем, я поставлю её.

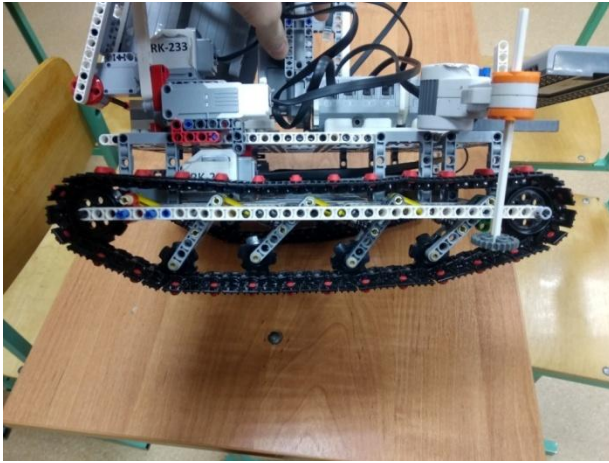


Рис. 12. Гусеницы марсохода. Рис.13. Резиновые гусеницы.

<http://www.alfavrv.by/assets/images/tagex-300x-x55-5-offset-rail-type.jpg>

Так же на моей модели будет камера, чтобы всё контролировать.

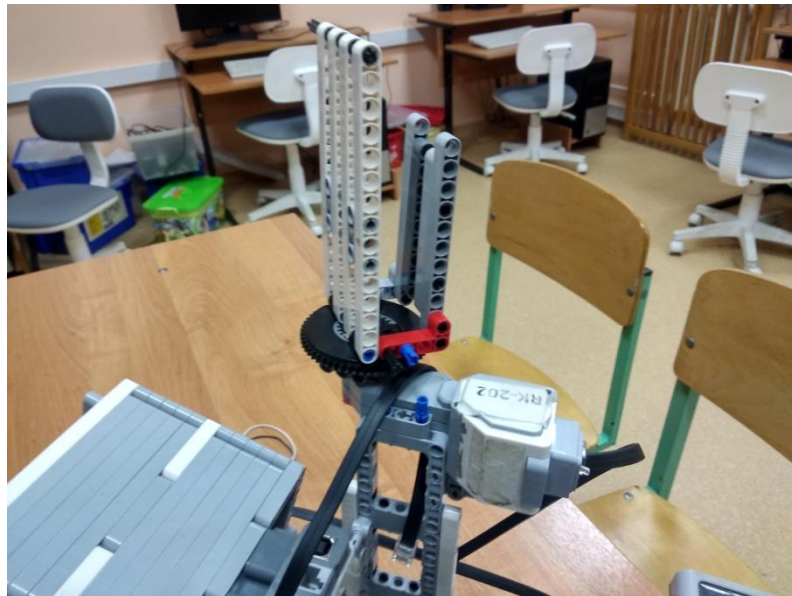


Рис. 14. Крепление для камеры.

На модели будут стоять солнечные батареи, которые будут заряжать марсоход. Он должен добывать марсианский грунт и сверлить скважины для исследования почвы.

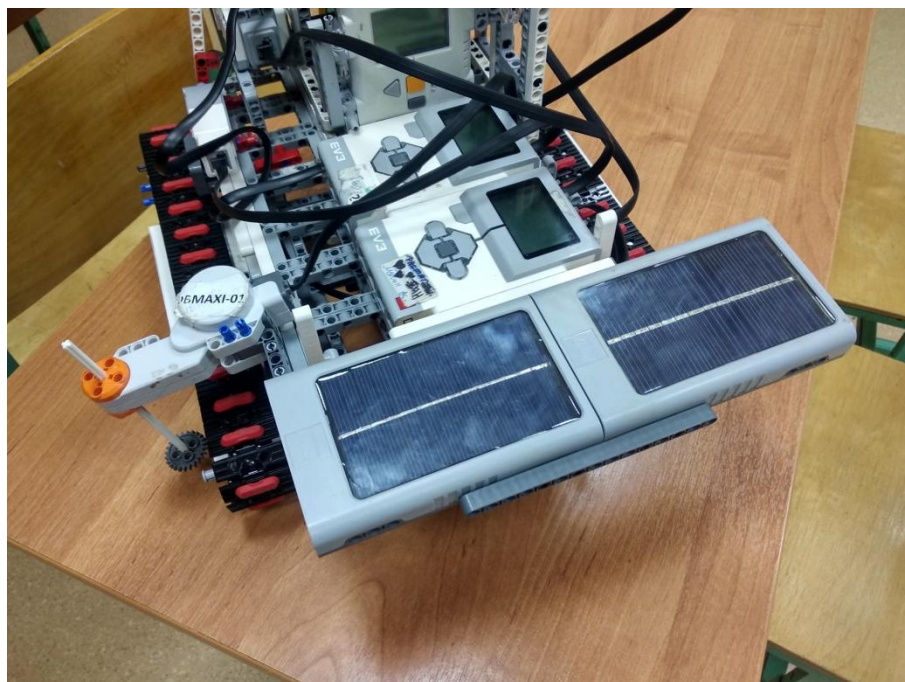


Рис. 15. Солнечные батареи.

Для измерения температуры, установлен датчик температуры.

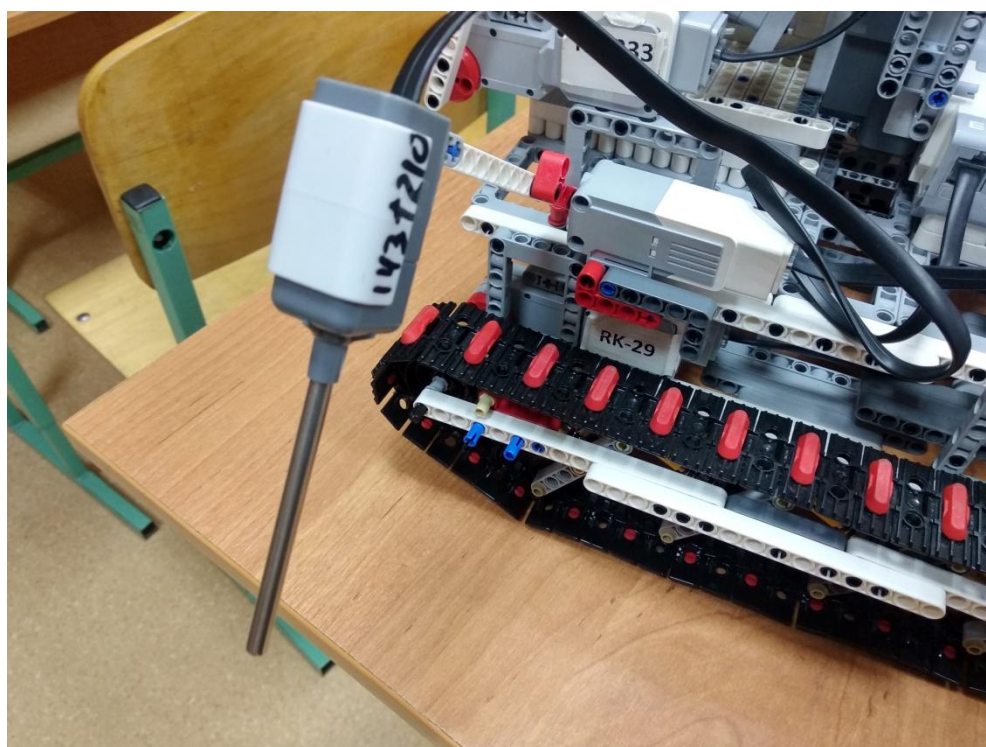


Рис. 16. Датчик температуры.

Так же на моей модели будет буровая установка.

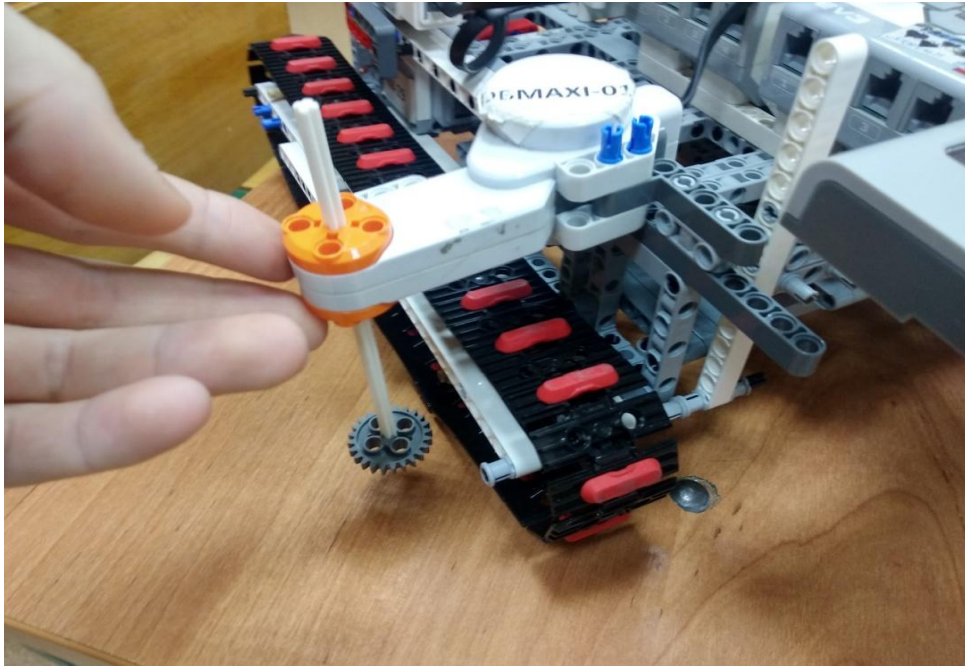


Рис. 17. Буровая установка.

На моей модели будет ковш, который будет собирать марсианский грунт, для дальнейшего анализа учеными.

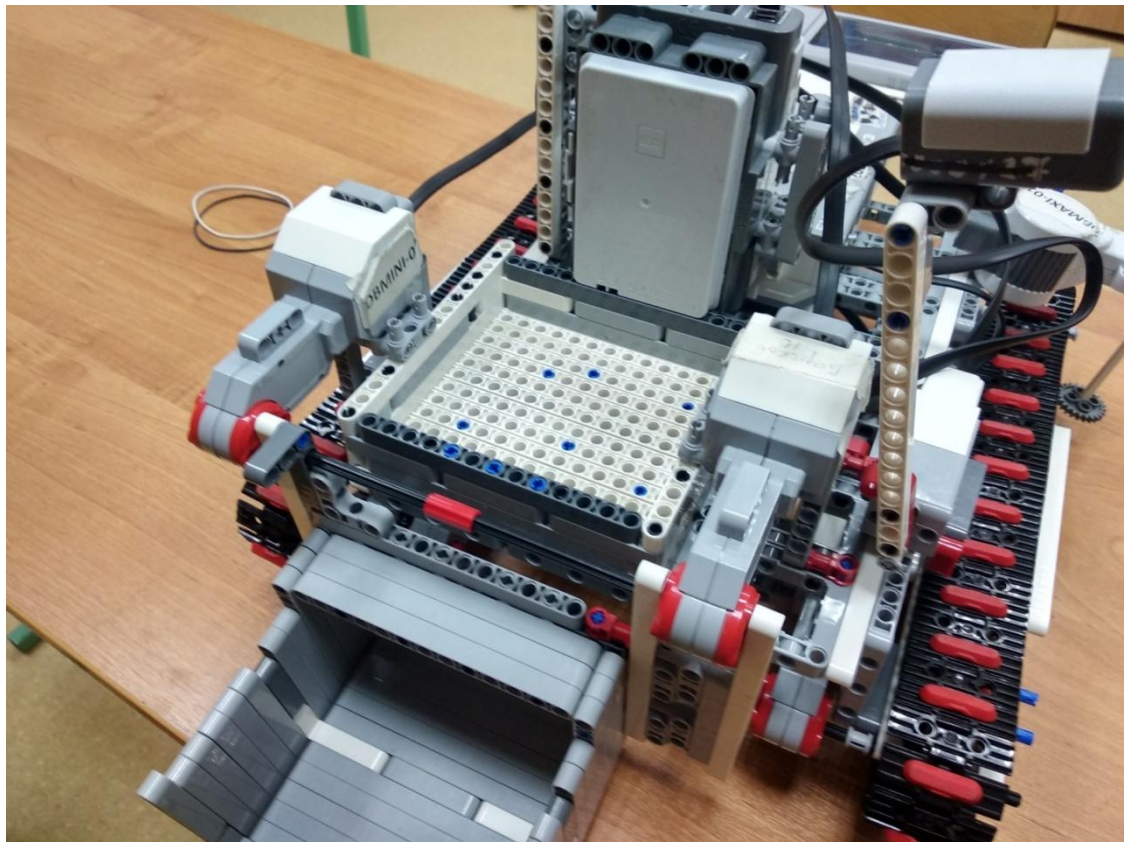


Рис. 18. Ковш марсохода.

3D модель

Так же я сделал 3D модель своего марсохода

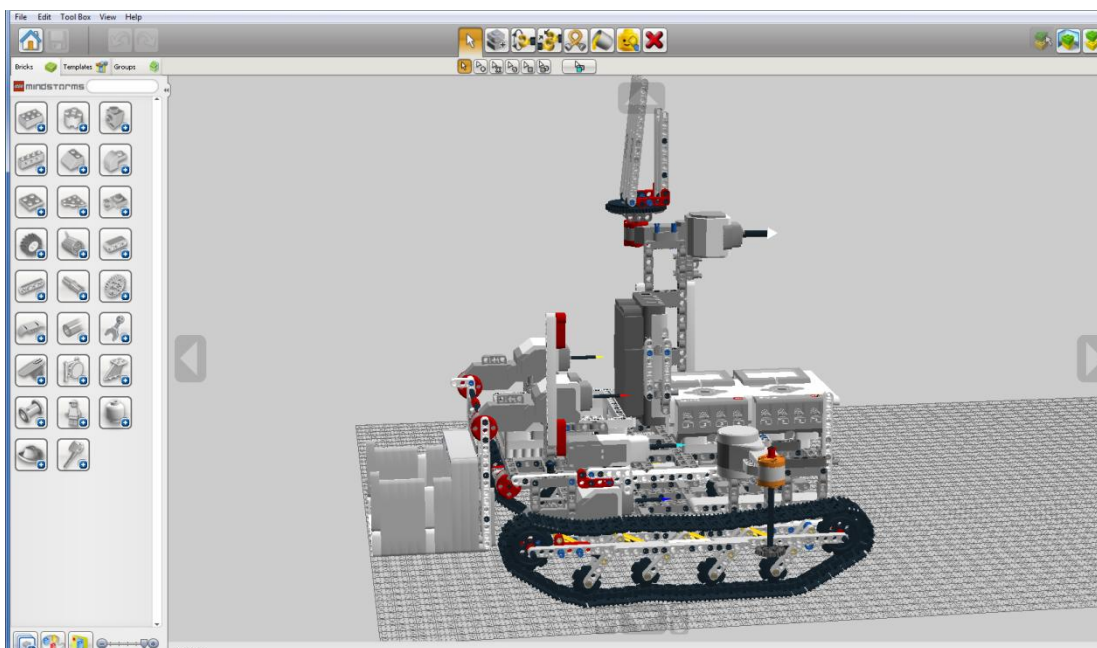


Рис. 19. Вид с боку.

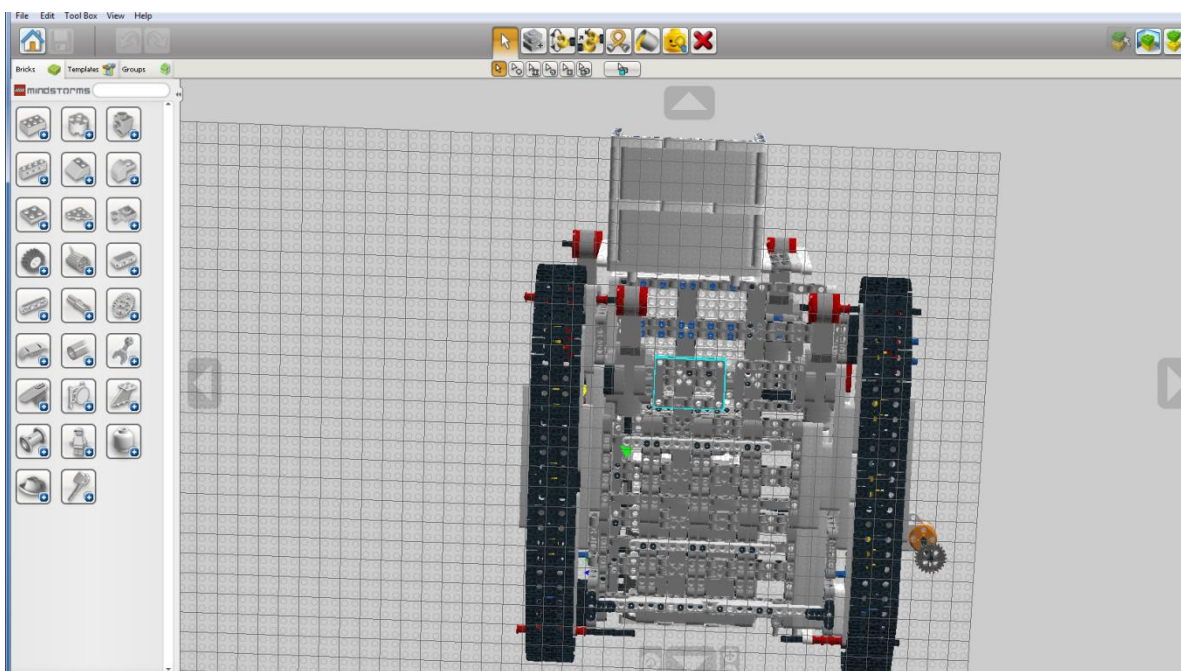


Рис. 20. Вид снизу.

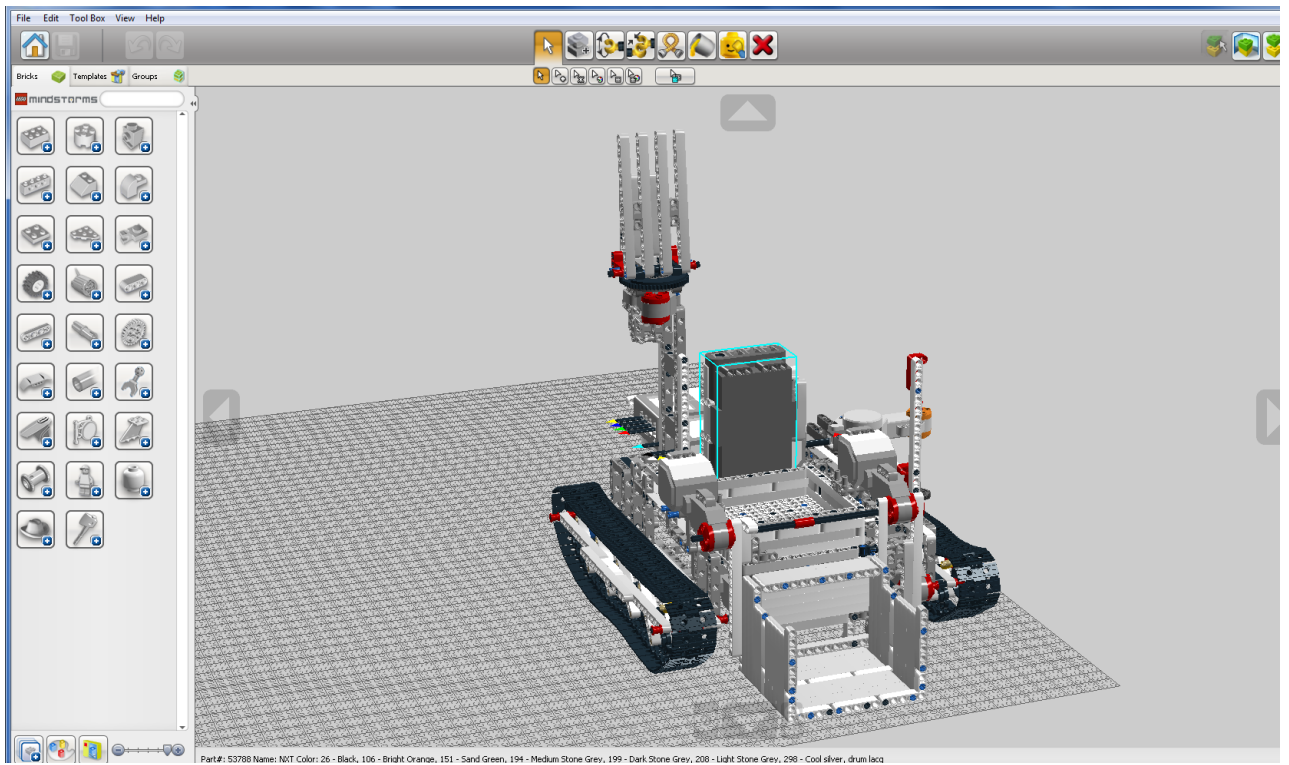


Рис. 21. Вид спереди.

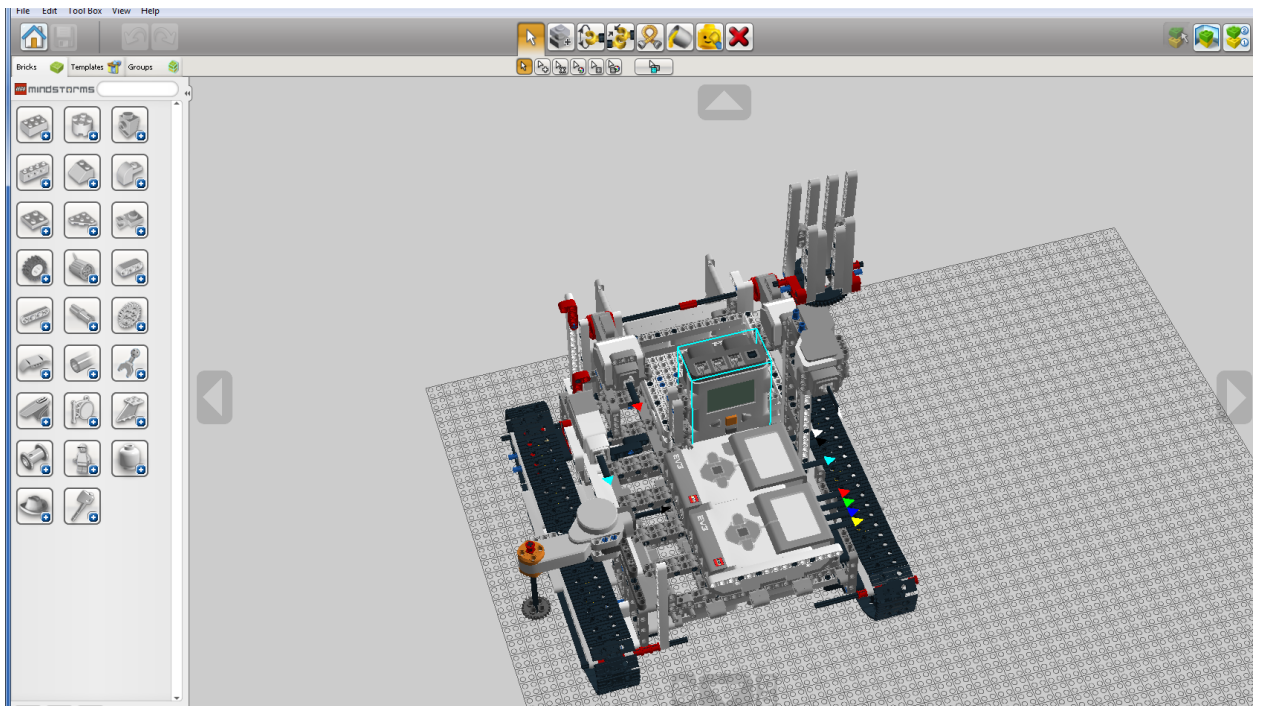


Рис. 22. Вид сверху.



Рис. 23. Набор леги

<https://static-eu.insales.ru/images/products/1/6803/65395347/45544-12.jpg>

<https://dixi.education/wp-content/uploads/lego-education.jpg>

В рамках проекта мною было проведено несколько экспериментов. Результаты экспериментов с используемым оборудованием можно посмотреть в ролике пройдя по ссылке <https://youtu.be/l2arf3JWLgs>

Программирование

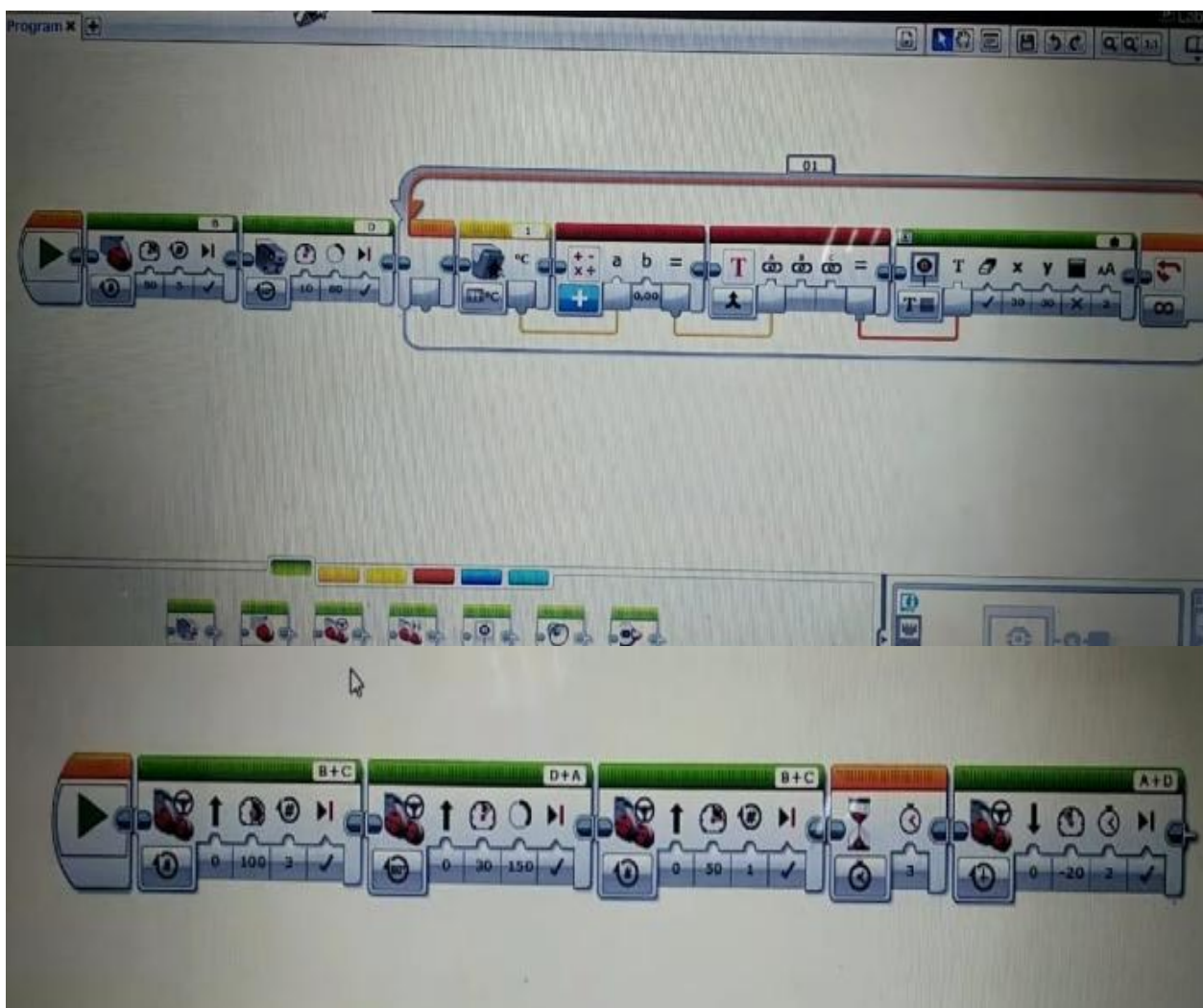


Рис. 24. Фрагмент программы

Перспективы

В будущем я планирую поставить на модель дозиметр, радиометр, несколько камер и лабораторию для изучения почвы.

Результаты и выводы

В результате проведенной работы на тему «Моделирование робототехнической машины для исследования Марса» была достигнута цель работы: создана модель Марсохода.

Решены следующие задачи:

- изучены космические аппараты для исследования Марса;
- создана модель 3D модель марсохода;

- разработана программа для автоматической работы роботов в среде EV3;
- обработаны результаты исследования, сделаны выводы и подготовлен презентационный материал.

В процессе создания модели, проведения экспериментов и испытаний работа мне приходилось осваивать новое:

- знакомство с датчиком температуры,
- создание 3D модели в программе

Надеюсь, что мои идеи найдут свое применение в области исследования марсианской земли.

Список использованной литературы и Интернет-источники

1. Л.Ю. Овсяницкая, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий. Курс программирования робота EV3 в среде Lego Mindstorms EV3: изд. второе, перераб. и допол. / Л.Ю. Овсяницкая, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий. – М.: «Перо», 2016. – 296 с.
2. Исследования Марса космическими аппаратами: <https://tass.ru/info/5178916>
2. Солнечная система – мир космос. <https://cosmosplanet.ru>
4. Марсианские хроники 2020. Популярная мехатроника, журнал №2 (207), февраль 2020: <https://www.popmech.ru/technologies/544584-marsianskie-hroniki-2020-kto-hochet-popast-na-krasnuyu-planetu/>
5. Исследование Марса: <https://xn----8sbiectm6bhdx8i.xn--p1ai/Curiosity.html>