



Олимпиада НТИ
Кружкового движения



Конструктор Урока НТИ

Межпланетные миссии

Финал профиля «Аэрокосмические системы»



Ровер-планетоход на полигоне финала ОНТИ

<https://www.youtube.com/watch?v=eBceLde2ulc>



Основные предпосылки к освоению других планет:

- Экономическая
- Социально-гуманитарная
- Исследовательская

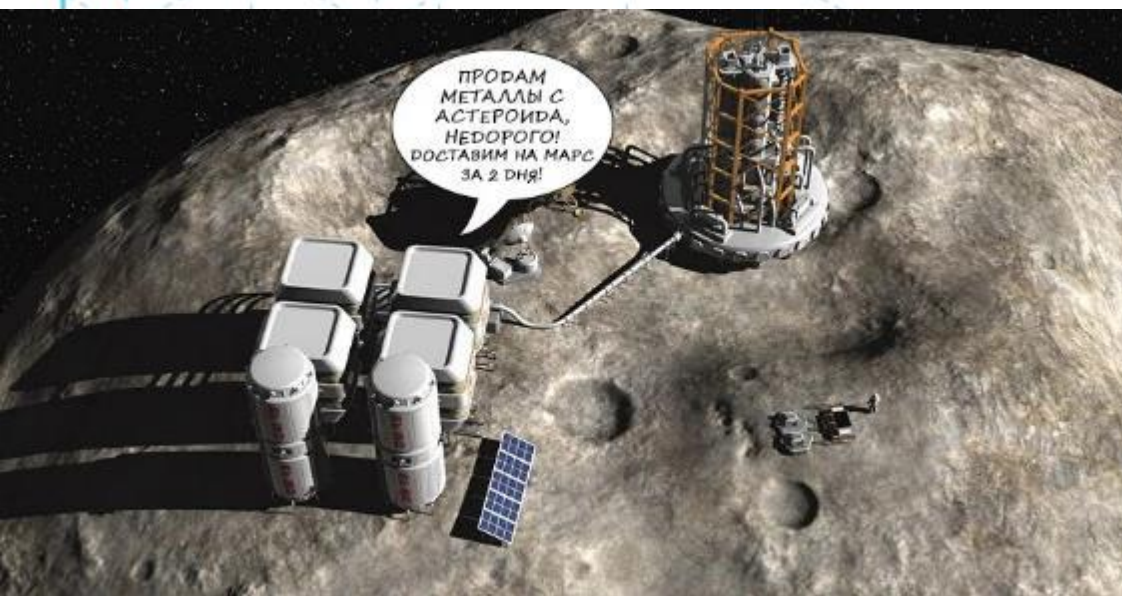


Экономическая предпосылка

«Если в мире когда-нибудь появится триллионер, то это будет человек, который эксплуатирует природные ресурсы на астероидах. В них находятся безграничные запасы энергии и ресурсов.»

— Нил Деграсс Тайсон, астрофизик

Минералы пояса астероидов могут стоить около **49 секстиллионов рублей (49×10^{21})**, что составляет **7 триллионов рублей** (примерно 1/3 годового бюджета всей России) на каждого из 7 миллиардов человек на Земле.





Социально-гуманитарная предпосылка

- Сохранение человечества как вида в случае глобальных катастроф
- Расширение ареала обитания человека
- Развитие экономики через диверсификацию





Исследовательская предпосылка

- снижения рисков и затрат на реализацию масштабных проектов
- Отработка технологий широкой колонизации
- Снижение рисков при реализации крупной колонизации за счет отработки решений на небольших инопланетных базах



Этапы первичной колонизации

Разведка и подготовка места для базы



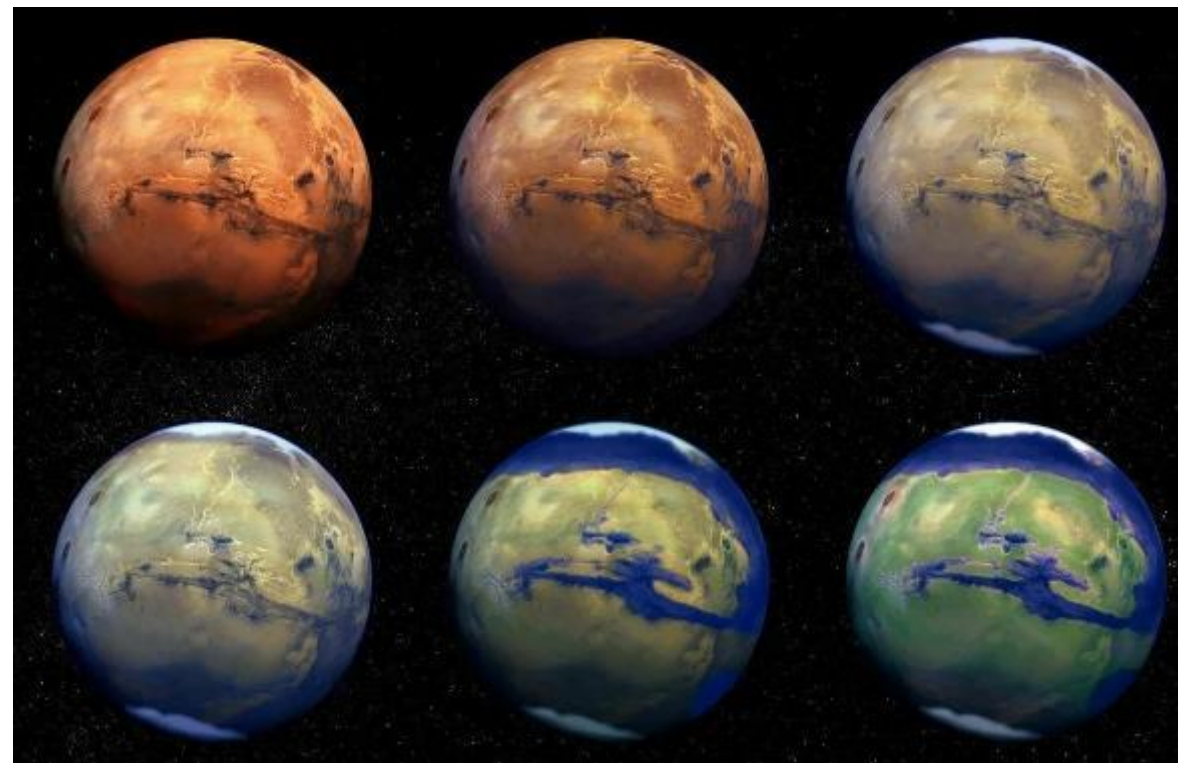
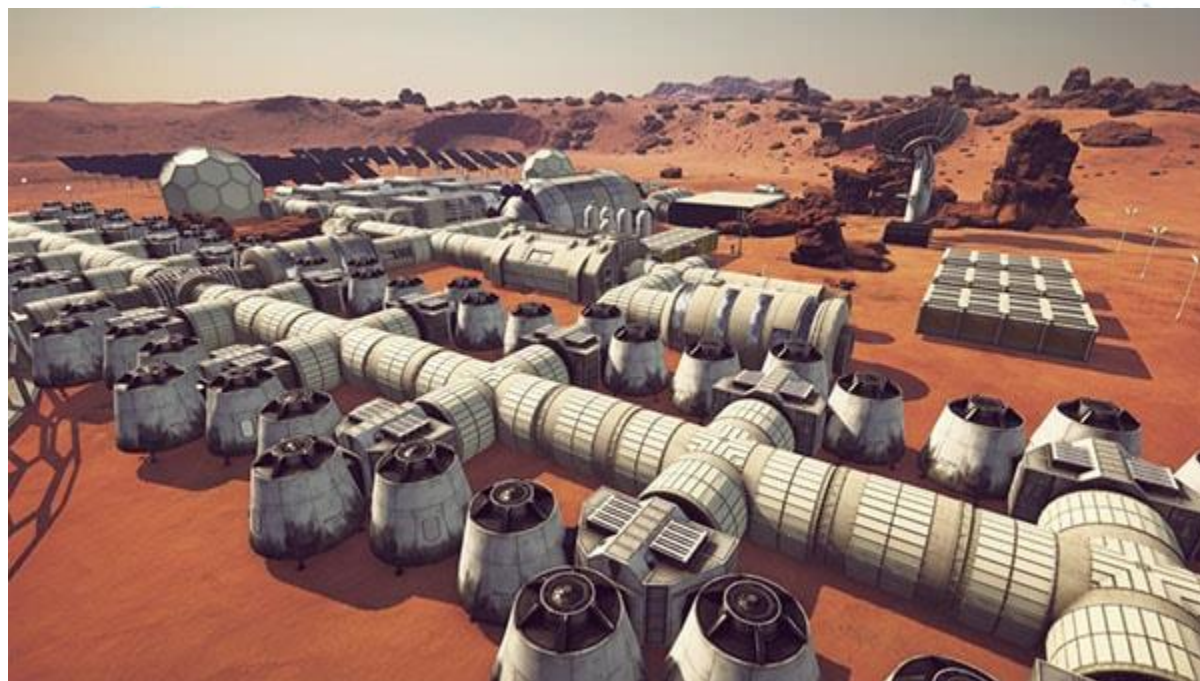
Этапы первичной колонизации

Строительство базы



Этапы первичной колонизации

Расширение базы и подготовка к терраформированию



Задача управления роботом при высоком времени сетевого отклика

Каково расстояние от Земли до Марса?



Расстояние от Земли до Марса

Разное

Минимальное 55,76 млн. км (когда Земля находится точно между Солнцем и Марсом)

Максимальное — 401 млн. км (когда Солнце находится точно между Землей и Марсом)



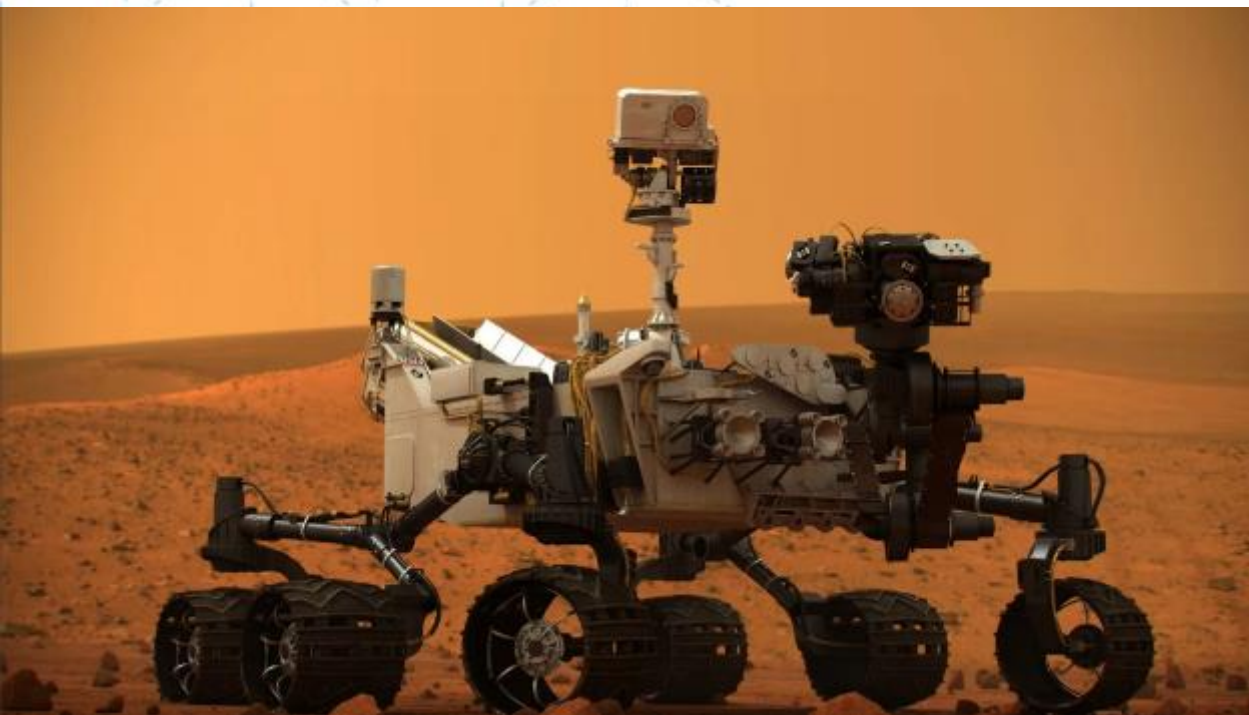
Сколько времени сигнал с Земли идет до Марса?



Сигнал до Марса идет

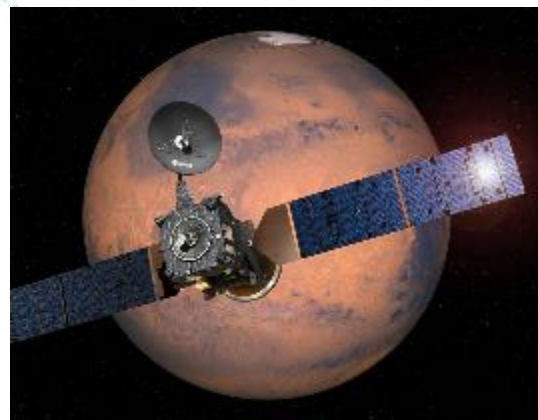
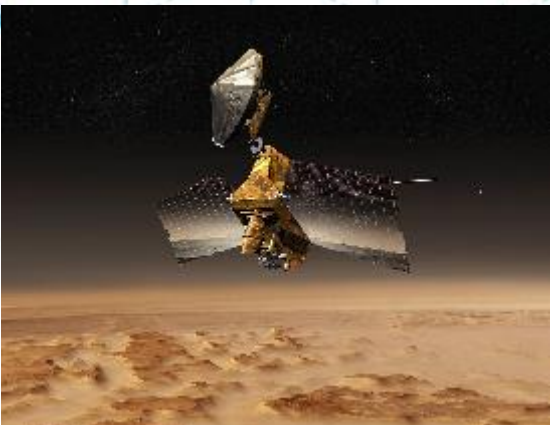
от 3 минут 6 секунд
до 22 минут 17 секунд.





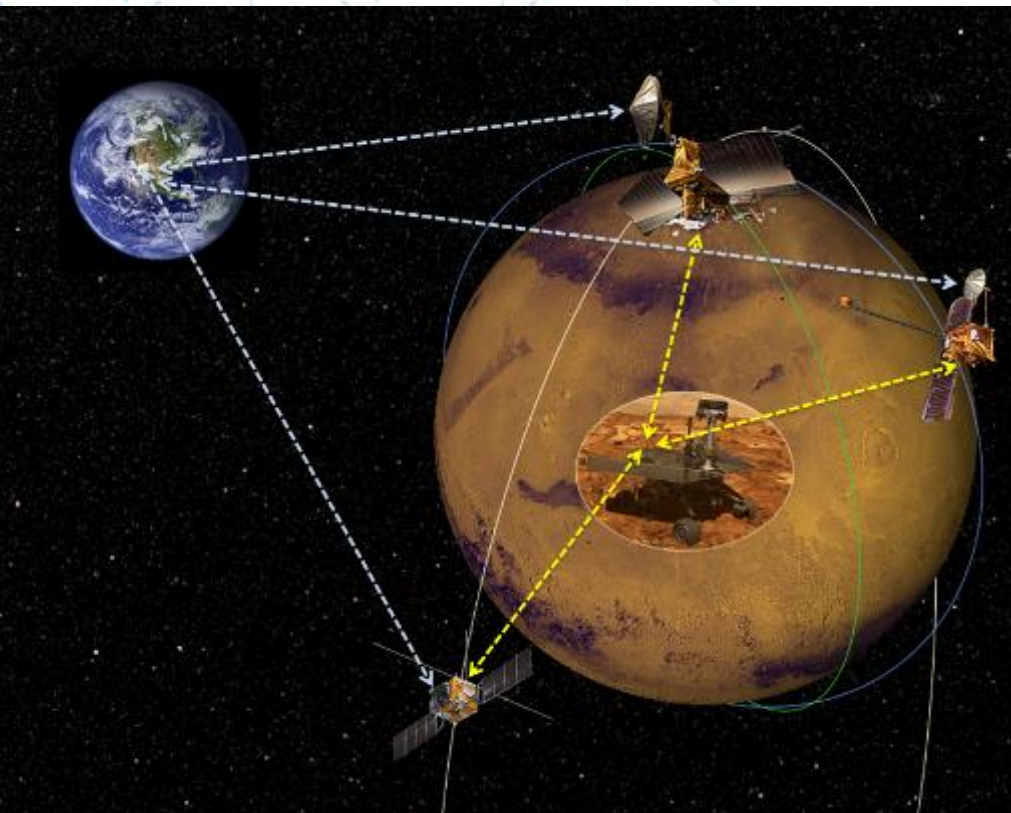
Как управляют
марсианским ровером
Curiosity, стоимость
которого близится к 3
млрд. долларов США?





Дважды в сутки, в начале и в конце марсианского дня связь с Землей осуществляется через спутники, вращающиеся вокруг Марса, — **Mars Odyssey, Mars Reconnaissance Orbiter и Trace Gas Orbiter.**

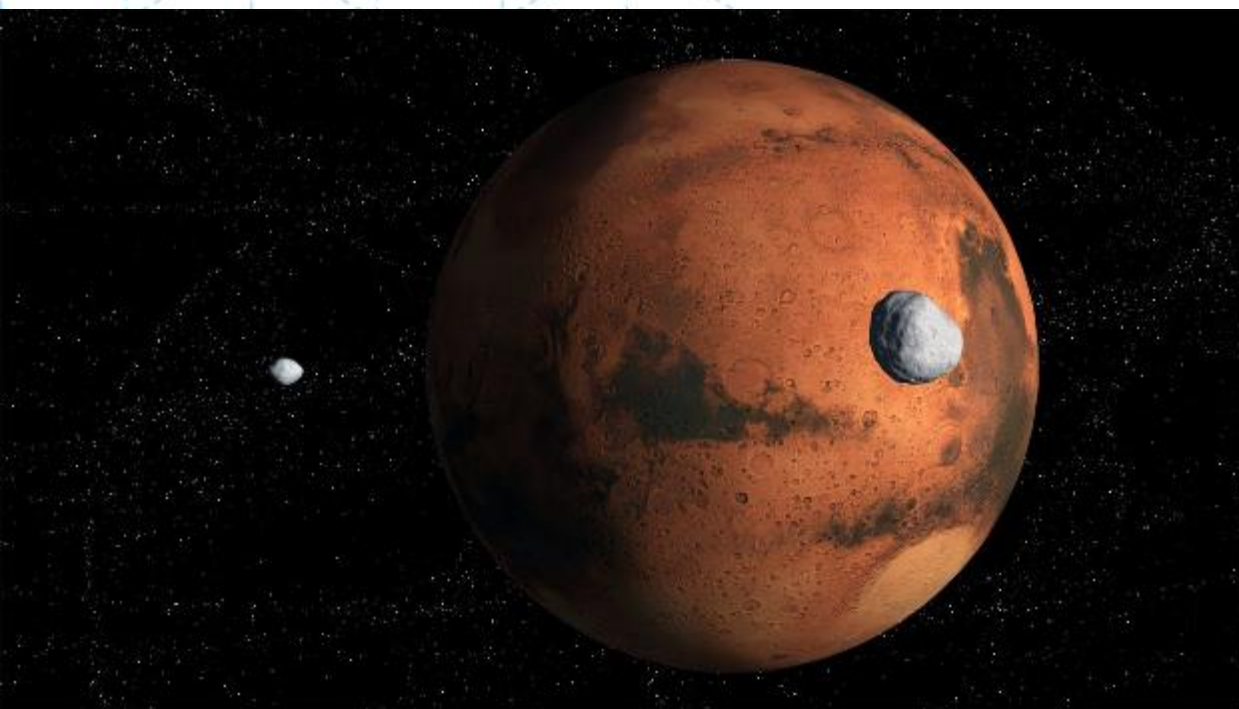




Каждый из двух суточных сеансов связи ограничен временем, в течение которого спутник находится в зоне видимости марсохода.

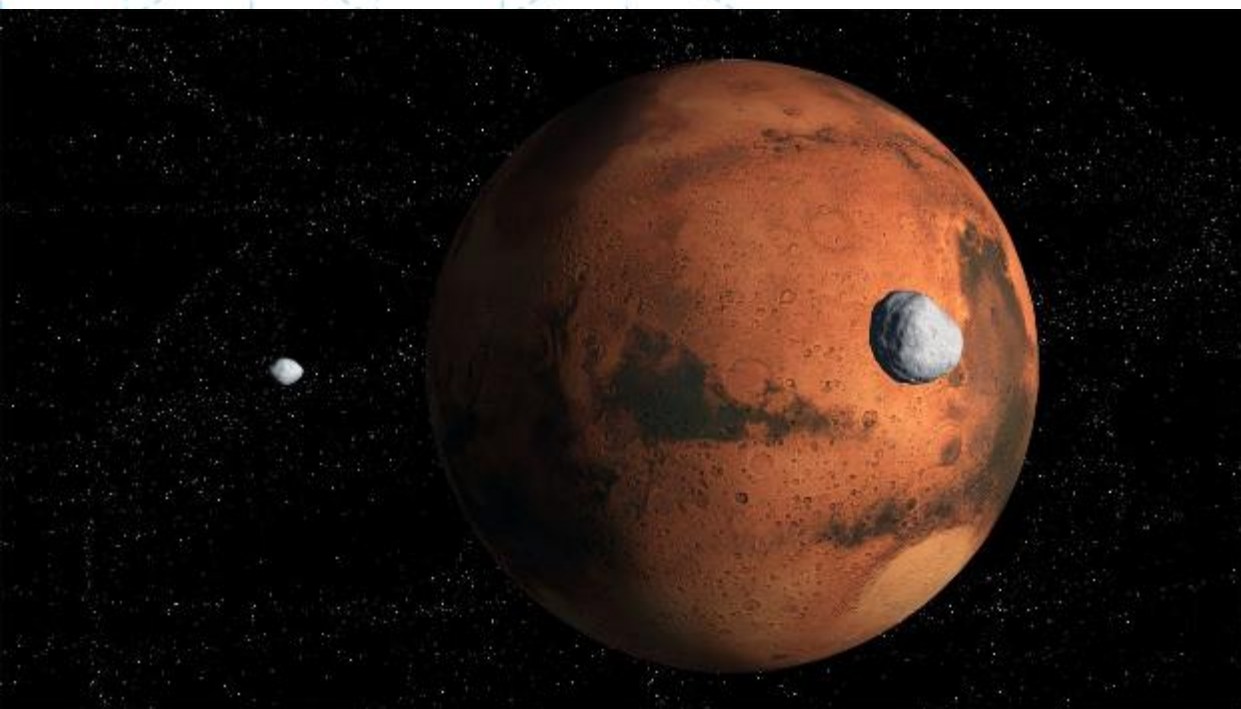
Сеансы длятся около десяти минут и зависят от наклона и высоты орбиты спутника.





Почему нельзя обеспечить постоянную связь через висящий над Марсом спутник?





Ареостационарная орбита
Марса, куда можно поместить
спутник передачи данных,
находится на высоте около 17
тысяч километров, но его туда
пока не поместили - Почему?





Ареостационарная орбита пролегает между орбитами Деймоса (большая полуось орбиты — 23 458 километров)

и Фобоса (9 376 километров).

Спутник связи окажется под воздействием гравитации сразу двух близких тел перетягивающие его в разные направления.

Спутнику придется всё время корректировать орбиту - это слишком энергозатратно!





Что еще мешает связи с
Марсом?





Раз в два года Марс и Земля оказываются в положении, когда Солнце блокирует Красную планету от электромагнитных волн с Земли. Состояние это длится примерно месяц .

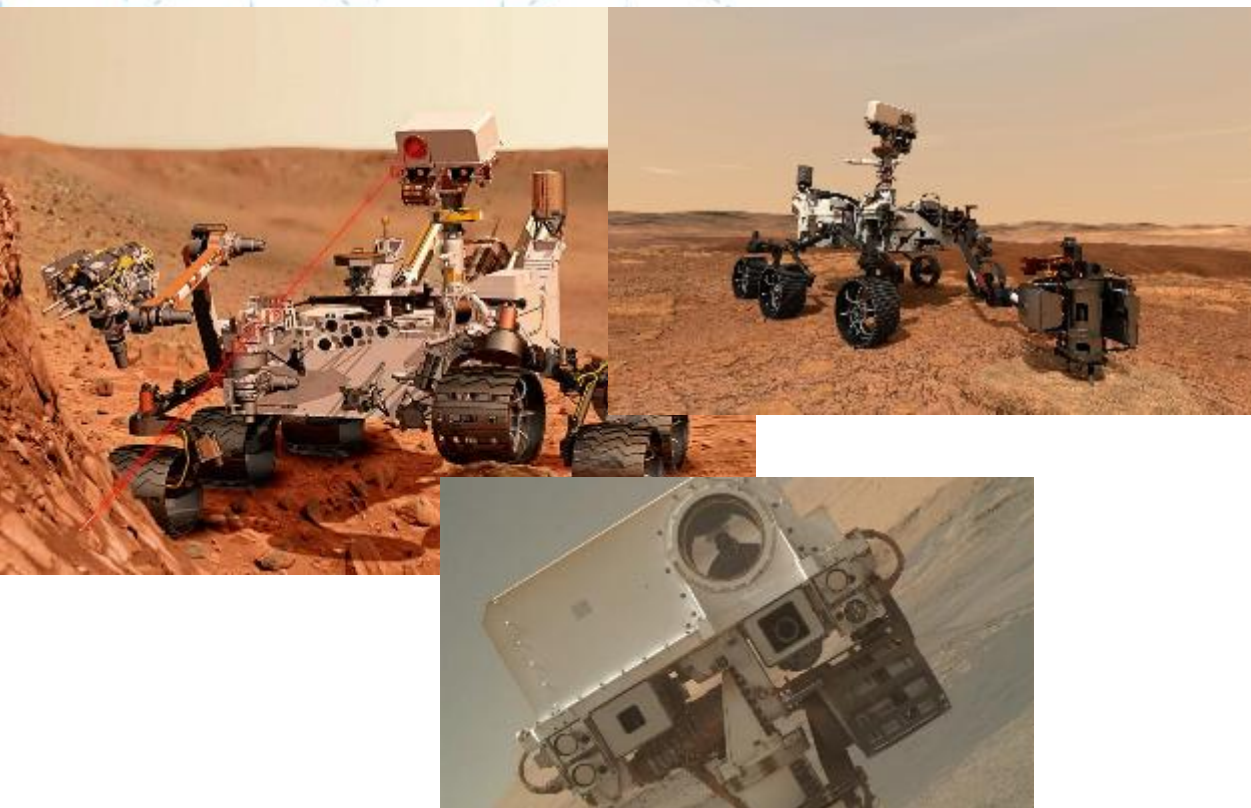
Марсоход впадает в «спячку»





Как же управлять
марсоходом с такими
ограничениями по связи?





Сначала данные от «Кьюриосити» отправляются на Землю - черно-белые снимки относительно низкого разрешения с технических камер контроля перемещения

Ученые принимают решение куда двигаться и в следующий сеанс связи отправляют циклограмму перемещения - план работы марсохода определяется на несколько суток вперед, но после каждого сеанса связи в него могут вноситься уточнения, связанные с перемещением марсохода.

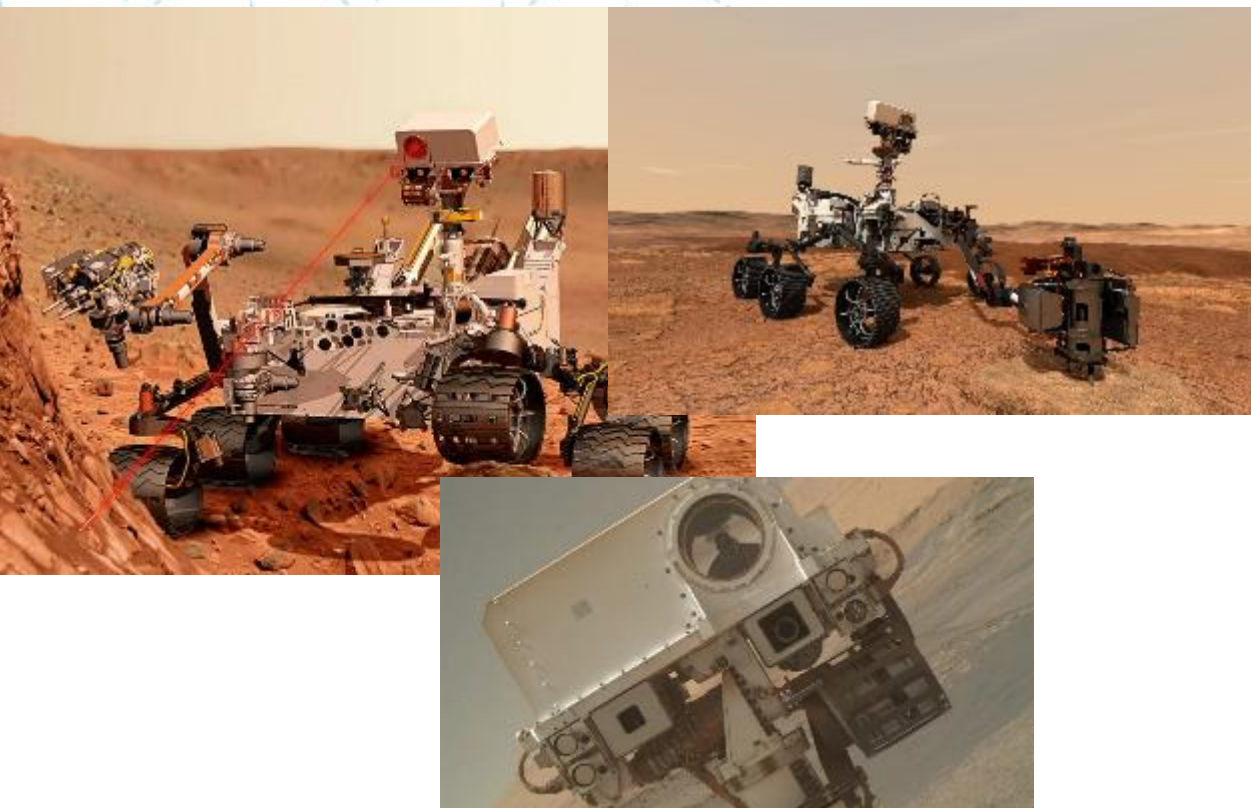
Аппарат с помощью гироскопов следит за углом своего наклона относительно поверхности, чтобы в случае, если допустимый угол окажется превышен, немедленно остановить движение.

Компьютер марсохода также считает число оборотов колес



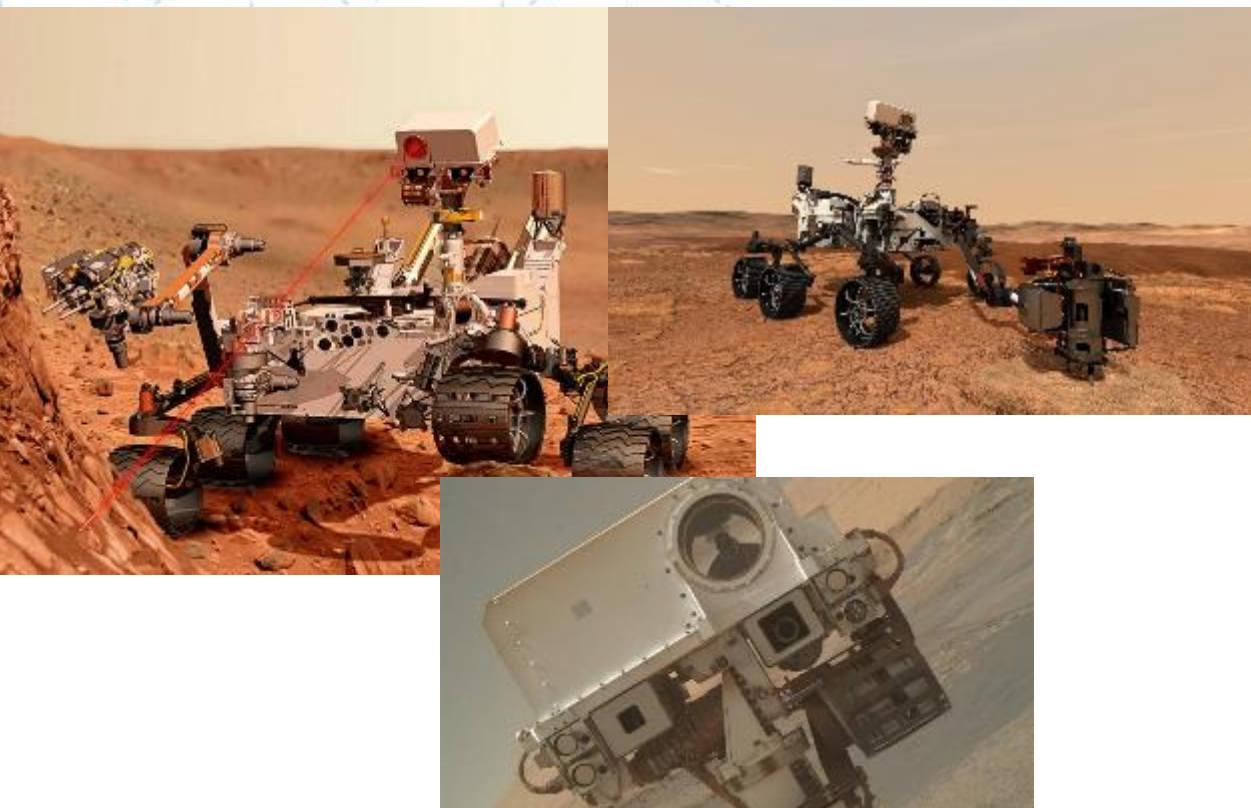
«Слепое» вождение

Применяется, если на маршруте замечено препятствие. Аппарат едет определенную дистанцию в определенном направлении без использования камер.



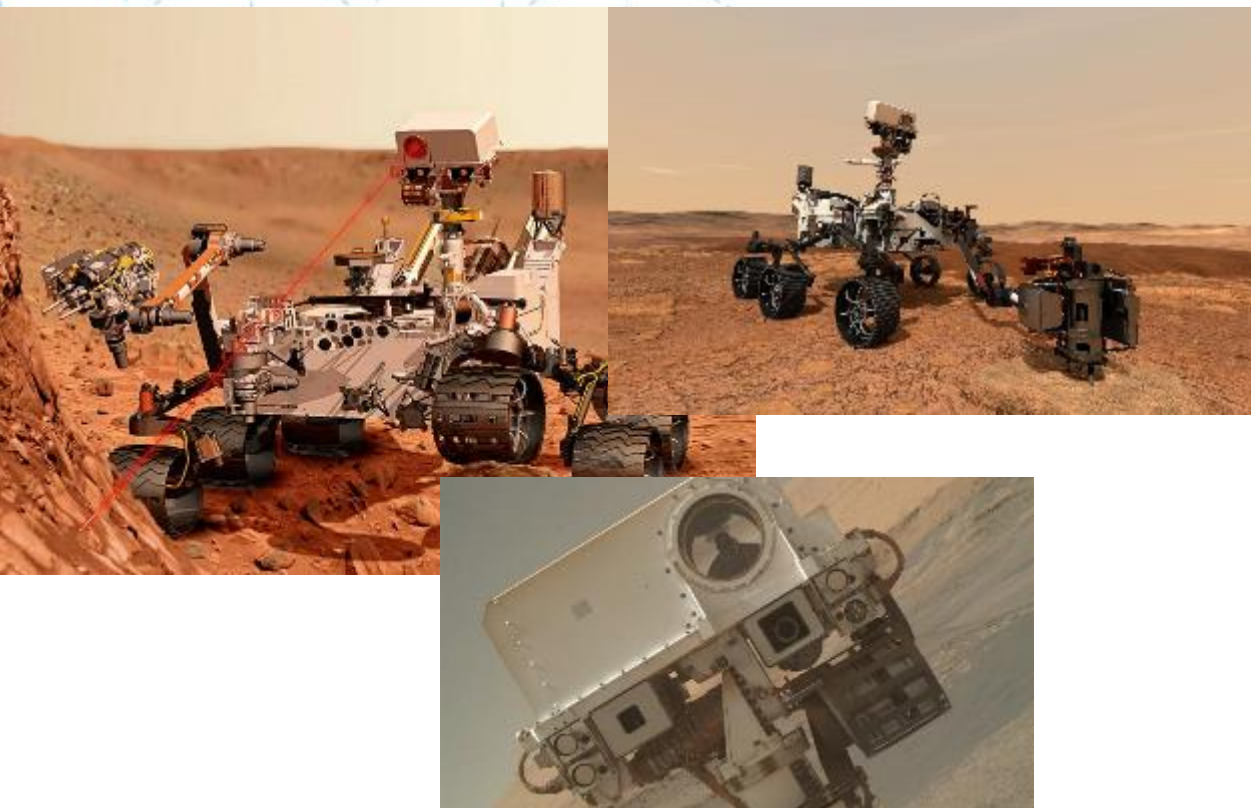
Режим с обратной связью

Применяется, если на маршруте замечены препятствия. Аппарат едет с частыми остановками и анализом картинки со стереокамеры для огибания препятствий



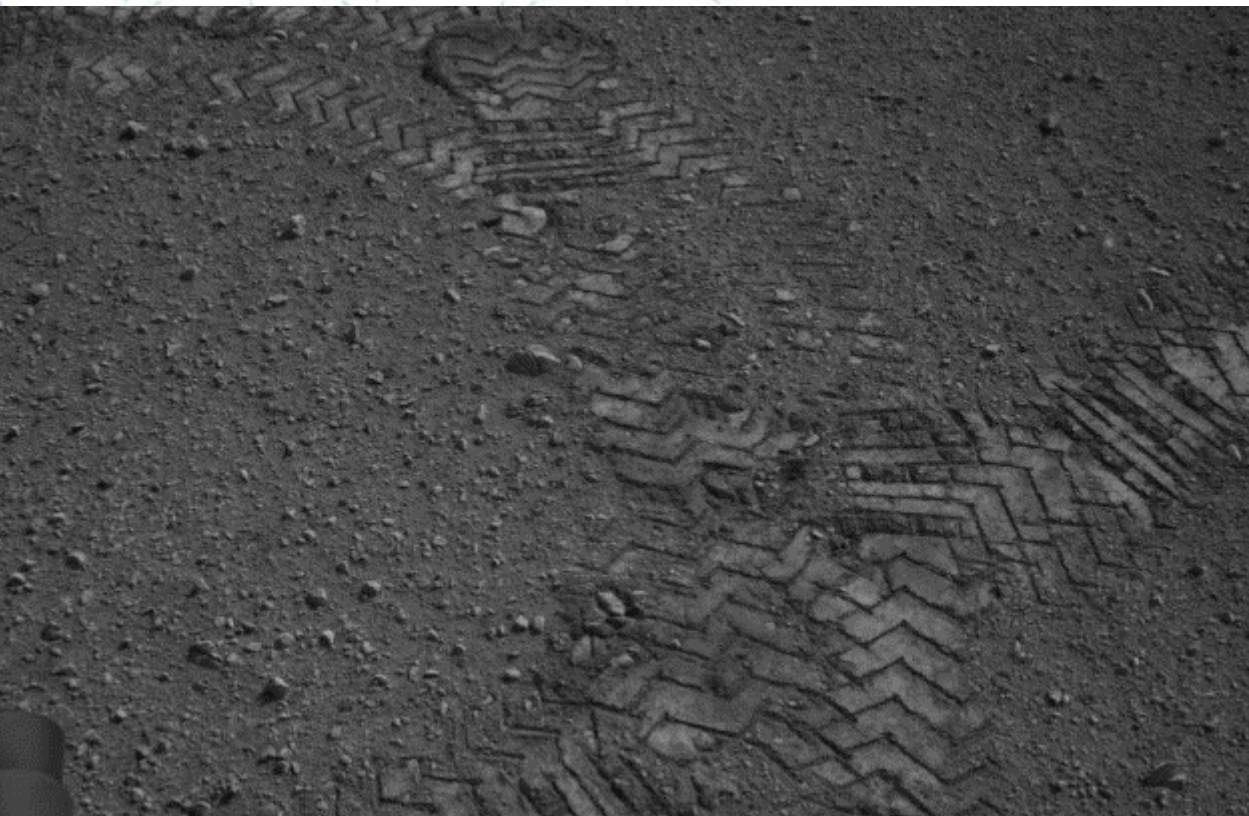
Режим визуальной одометрии

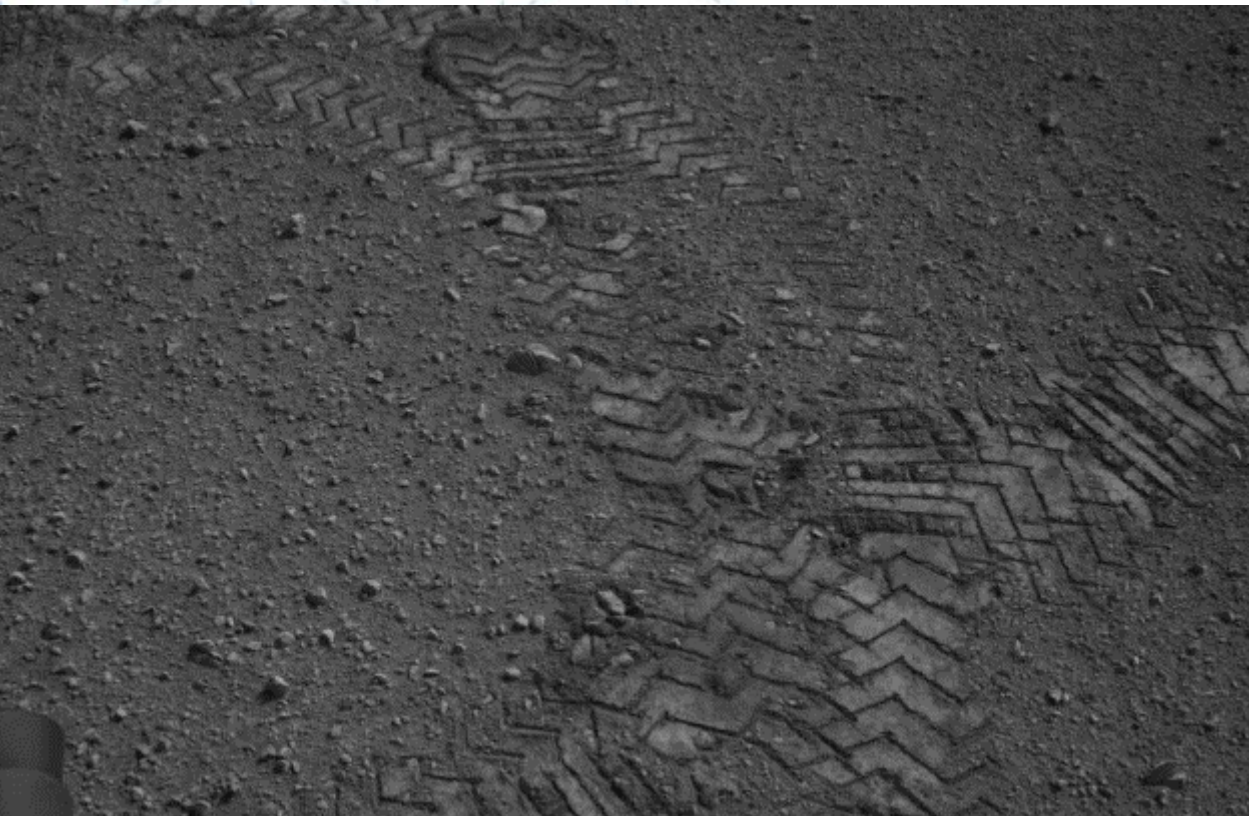
Применяется для оценки пробуксовки при помощи камер, сравнивая данные следа с числом оборотов колес.



Какова скорость движения Curiosity?

«Кьюриосити» редко преодолевает больше нескольких метров или нескольких десятков метров за один цикл планирования.





максимальную скорость
движения «Кьюриосити»

до 0,04 метра в
секунду

в 40 раз медленнее
человека-пешехода на
Земле.



Структура финала профиля “Аэрокосмические системы”

10

Команд

3-4 человека

3,5

Дня

2

Попытки

На полигоне

10

Минут

Длительность
заезда



Автономный заезд



Команда сначала 3 дня разрабатывает полезную нагрузку для робота - в данном случае - это сверлильная установка и насос для закачивания воды.

На полигоне робот автономно должен распознать открытие аппарели и автономно доехать до зоны забора воды



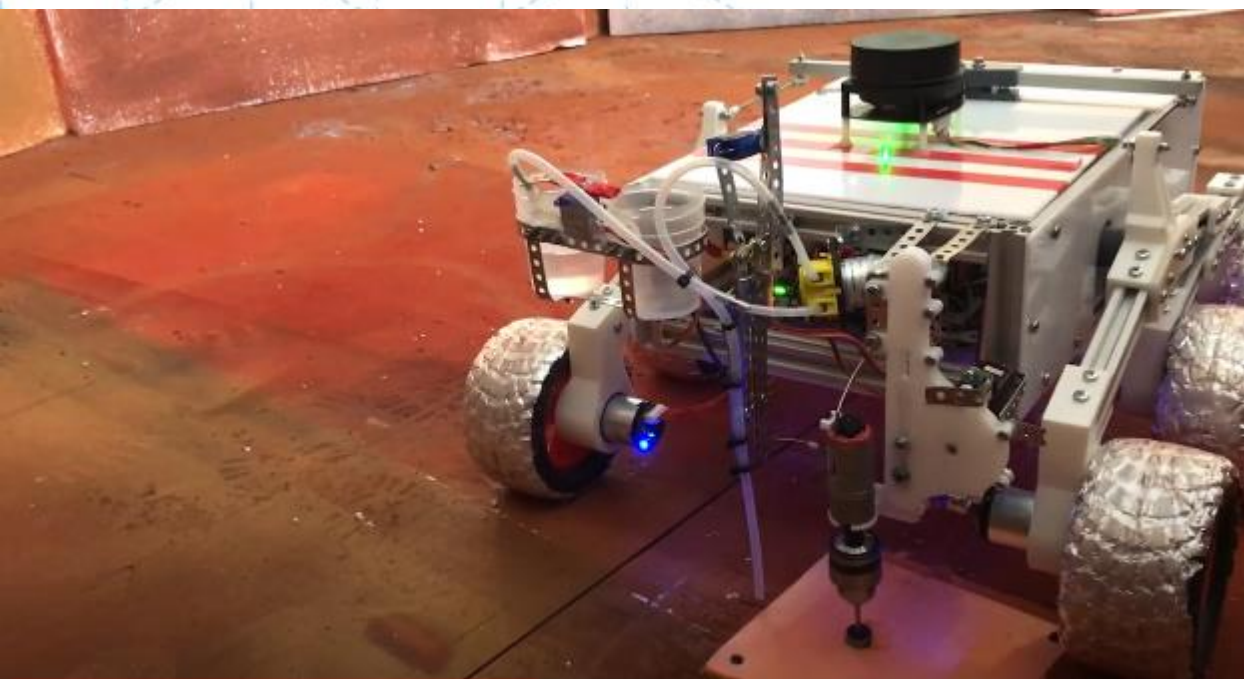
Зона сбора открытой воды

Команда переключается в ручной режим и в режиме телеуправления осуществляет сбор воды из открытого резервуара в один из контейнеров.

Команда сидит в отдельной зоне и не видит полигона



Зона сбора воды из закрытой зоны



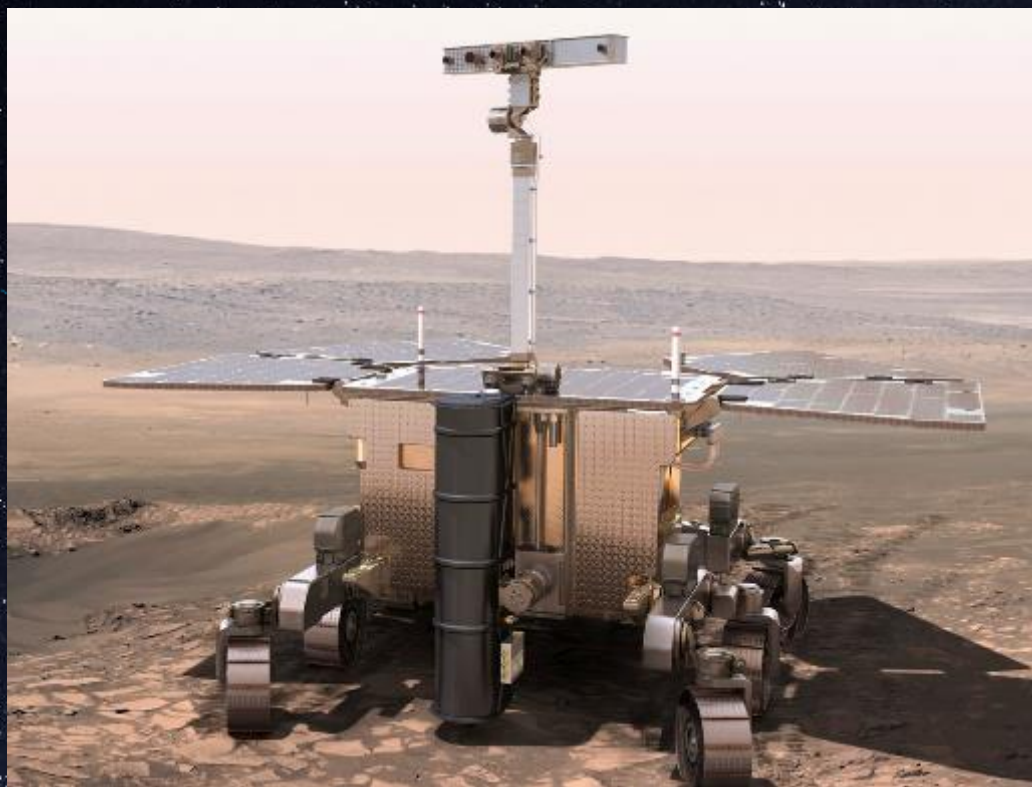
Команда в ручном режиме сверлит отверстие в зоне с водой и должна попасть в отверстие шлангом и закачать воду в другой резервуар.

Команда сидит в отдельной зоне и не видит полигона





Олимпиада НТИ
Кружкового движения



А вы хотите управлять марсоходом?