

21 марта в 06:09

Орбитальный детектив или как улетел ЭкзоМарс

Физика*, Научно-популярное*, Космонавтика*, Игры

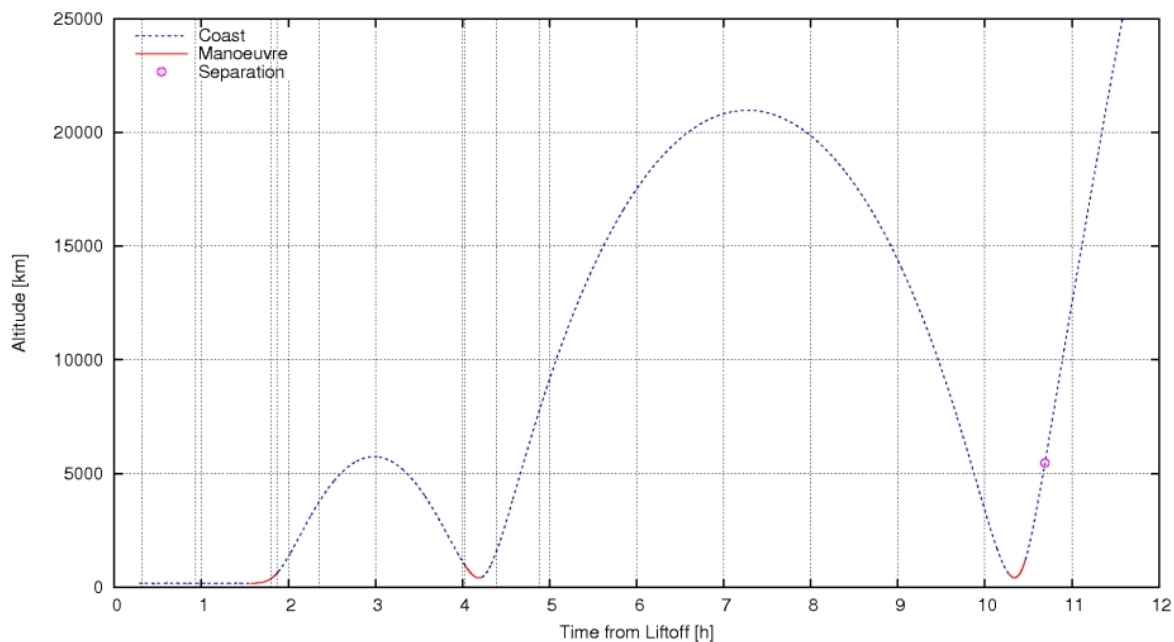


Увы, точная циклограмма выведения «ЭкзоМарса» не была опубликована, как это часто бывает с пусками на геостационарную орбиту. А, согласитесь, было бы интересно увидеть схему вроде [такой](#), тем более, что «Бриз-М» впервые в своей истории выводит аппарат на межпланетную траекторию. Но, с помощью открытой информации, смекалки, космического симулятора и небольшого инсайда можно не только реконструировать циклограмму, но и наглядно посмотреть на то, как ЭкзоМарс отправлялся в путь, и как он достигнет цели.

Исходные данные

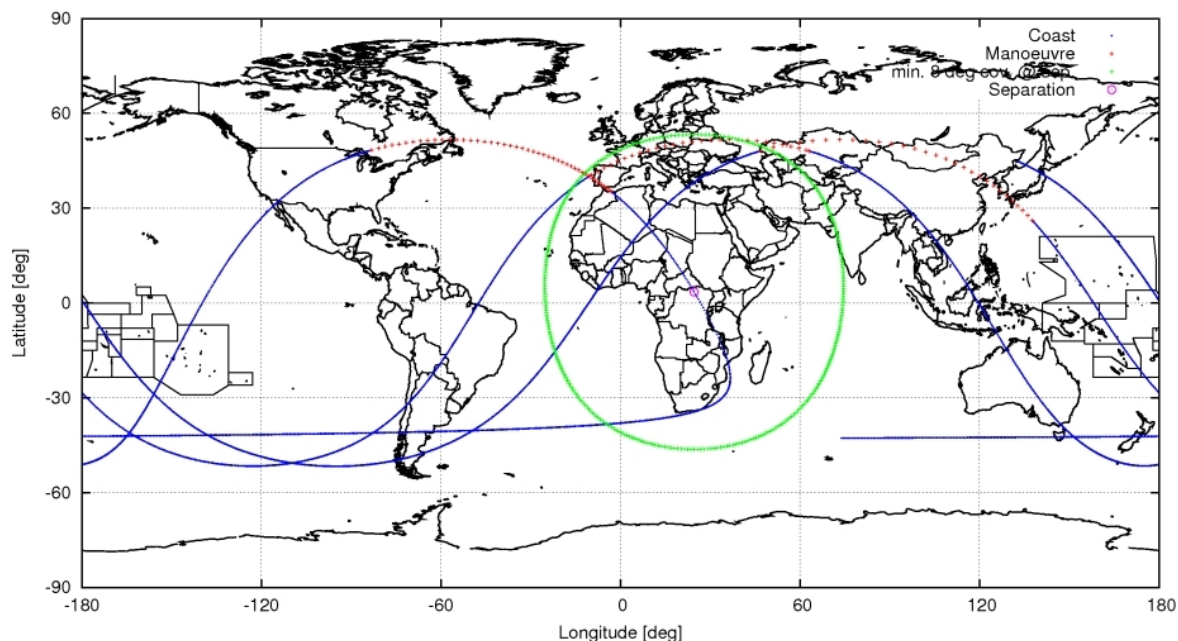
За день до старта было известно, что разгонный блок будет выводить зонд на траекторию к Марсу в четыре этапа. Также опубликовали время включения двигателя на каждом этапе, и, в принципе, даже эту информацию можно было бы использовать. Но итоговая ошибка могла бы получиться большой, потому что без параметров орбиты было бы легко ошибиться с вектором и длительностью разгона. А в космических масштабах Марс — очень маленький объект, в который надо целиться очень тщательно. Однако, в ночь на понедельник на сайте ESA появилась [статья](#), из которой можно было вытащить и параметры орбиты и положение активных участков траектории, а из них, в свою очередь, — вектор разгона.

Статья объясняла читателям, почему «Бриз» требовалось целых одиннадцать часов, чтобы вывести ЭкзоМарс на отлетную траекторию. Были опубликованы две иллюстрации. Первая показывала высоту полета связки зонда и разгонного блока над Землей:



Из этой схемы мы легко видим высоту апоцентра после второго и третьего включения.

Вторая картинка показывала проекцию траектории связи на Землю и отображала активные участки траектории:



Красные участки — работа двигателя

Также в статье указывалась высота круговой орбиты после первого включения (175 км). А в репортаже о выведении говорилось о высоте в районе 176 км. Ну и, наконец, на форуме «Новостей космонавтики» был опубликован инсайд, в котором сообщили, что после второго включения орбита составляла 250x5000 км, а после третьего — 400x22000 км. Инсайд прекрасно сочетался с открытой информацией от ESA. Таким образом, план полета получается следующий:

- **Первое включение.** 12:45 по Москве, выход на круговую орбиту с высотой 175 км.
- **Второе включение.** 14:10, чуть севернее Каспийского моря, выход на орбиту с апоцентром 5-6 тыс. км.
- **Третье включение.** 16:25, над Португалией, выход на орбиту с апоцентром 22 тыс. км.
- **Четвертое включение.** 22:50, над Великими озерами, и разгоняемся, пока не кончится топливо.

На чем летим

Следующая задача — подобрать аппарат для перелета. Увы, не нашлось заинтересованных фанатов, которые бы сделали готовый сценарий с ЭкзоМарсом, поэтому симпровизируем и запустим что-нибудь похожее. Я честно убил несколько часов, пытаюсь пересадить Mars Reconnaissance Orbiter на «Протон», но потерпел неудачу — MRO использует нотацию spacecraft3.dll, которая без бубна не соединяется с закрытой нотацией аддона Proton LV. Можно было бы, конечно, попытаться использовать другой «Протон» из еще одного аддона, но там такой страшный и неверно нарисованный «Бриз», что даже братья за это не хотелось.

Масса Trace Gas Orbiter и посадочного модуля «Скиапарелли» составляет 4332 кг. Похожей массой обладает телекоммуникационный спутник Sirius-4. А после того, как я опытным путем сравнил их тяговооруженность и запас топлива, выяснилось, что они тоже практически совпадают. Решено — летим на Марс на телекоммуникационном спутнике для геостационарной орбиты :)

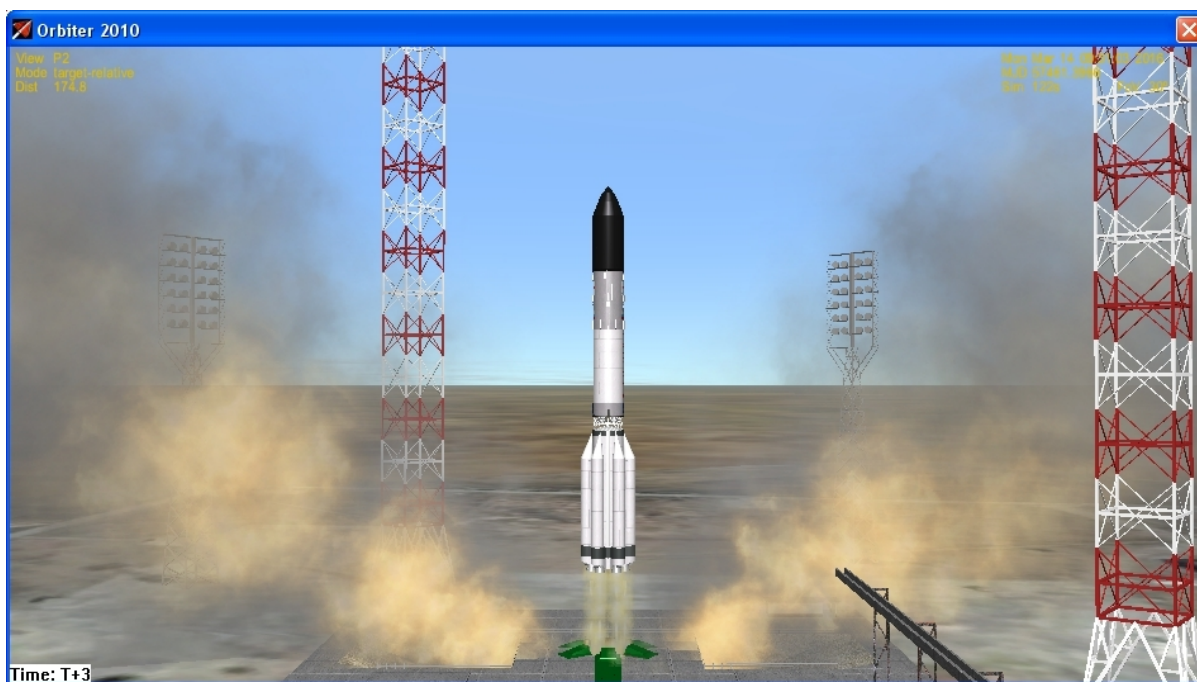


Подготовка

Для полета нам понадобится сам **Orbiter** (игра официально бесплатна, качайте на здоровье) и аддон **Proton LV**. Мои сохраненные файлы по этапам полета [доступны по ссылке](#). При написании материала я исходил из того, что вы, как минимум, читали мои предыдущие публикации про Orbiter, не все действия здесь описаны по шагам. При чтении это не должно создавать сложностей, но, если вы захотите повторить полет, то часть действий надо будет делать самостоятельно.

Полетели!

Оригинальный Sirius-4 был запущен в 2007 году, но с помощью редактора сценариев (или открыв сохраненный файл) мы без проблем оказываемся в 2016 году.



Стартовали почти как в реальности, только тут погода хорошая и испуганной сороки нет:

22.03.2016

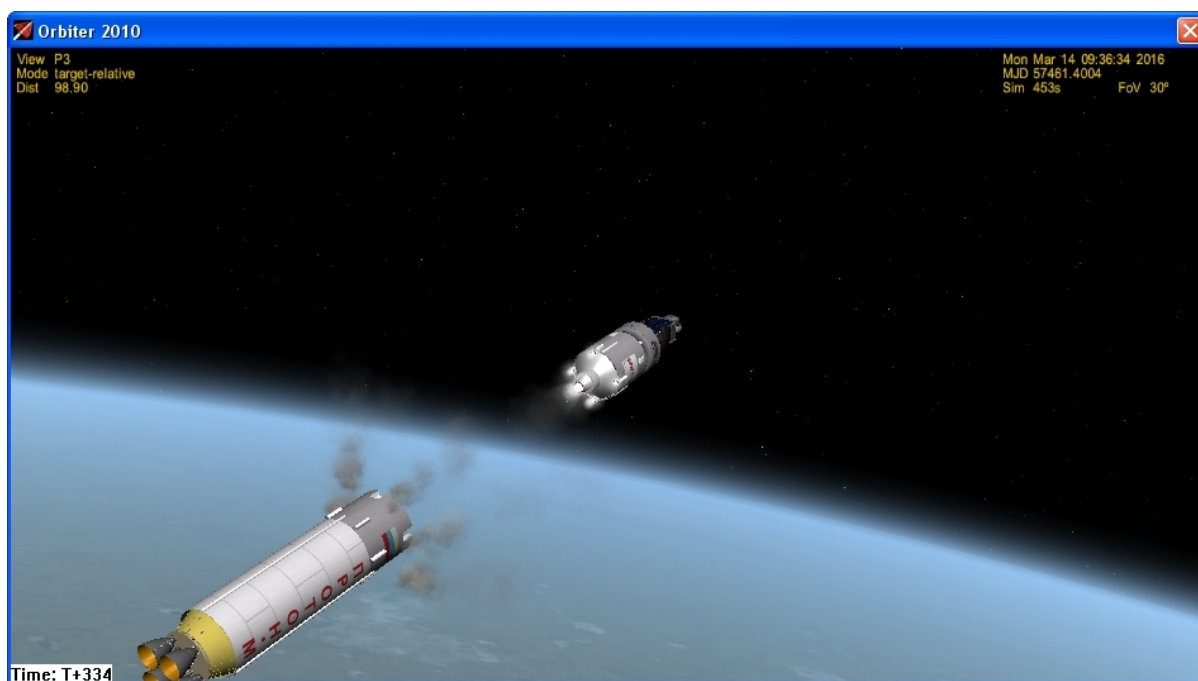
Орбитальный полет и посадка на Марс



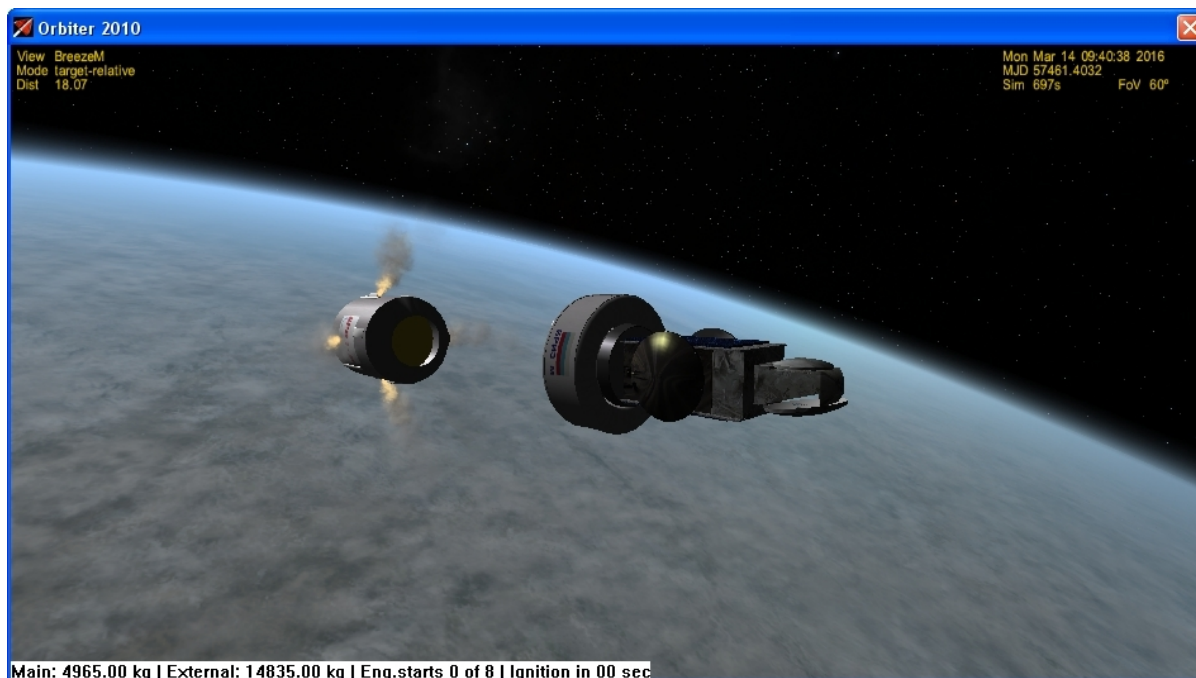
Сброс первой ступени и переходника. Красиво!



Отделение второй ступени, запуск третьей ступени:

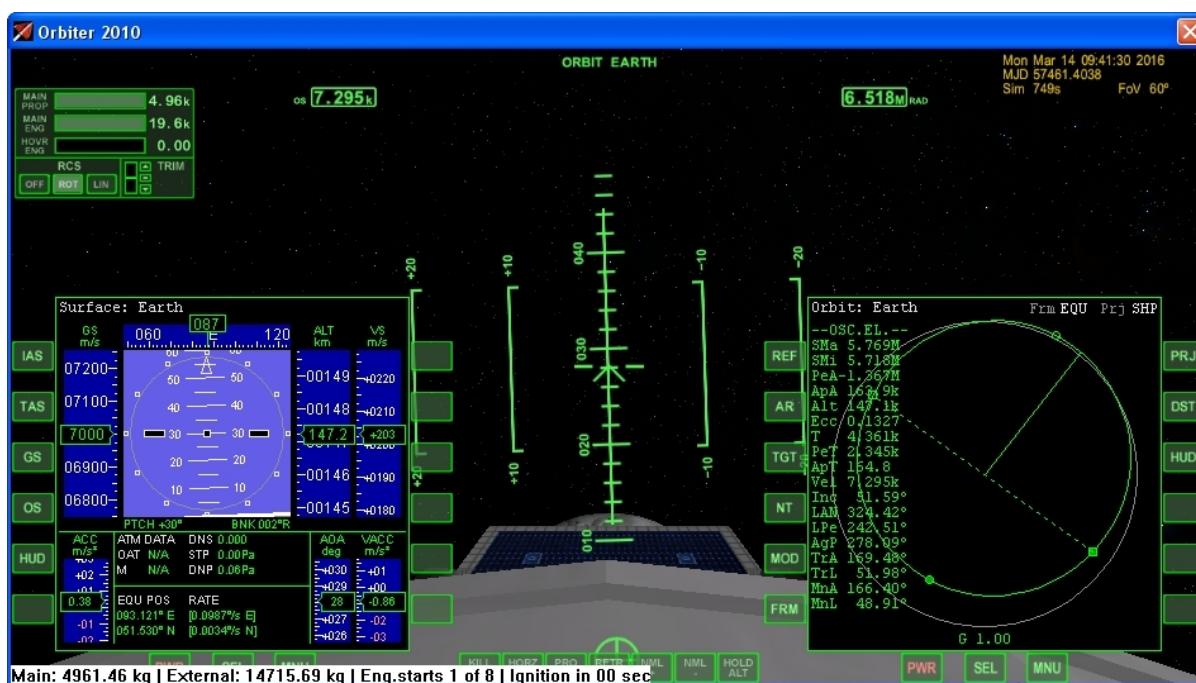


Есть отделение разгонного блока и «марсианского зонда».



Пора прекращать любоваться красотами и приступать к пилотированию. Прежде всего, увы, выполнить схему абсолютно точно не получится. Траектория виртуального выведения такова, что, если «Бриз» включит двигатели в 12:45, то улетит не к Марсу, а в Тихий океан. На этой орбите 12:45 — это уже после апоцентра, масса связки больше 22 тонн, а тяга маршевого двигателя «Бриза» всего две тонны. Тяги двигателя просто не хватит, чтобы выйти на круговую орбиту. Вы спросите — зачем выводить на такую траекторию? Все просто — выгоднее взять больше топлива и часть его потратить на довыведение, чем выйти на круговую орбиту на третьей ступени и разгонять гораздо более легкий разгонный блок. «Протон» может вывести порядка 23 тонн на низкую орбиту, а так можно взять три дополнительных тонны топлива.

Выходим на круговую орбиту, выдерживая угол тангажа примерно 27 градусов.



Есть стабильная орбита 176 км!



Разгон

Готовимся ко второму включению, занимаем положение по вектору орбитальной скорости, точка запуска двигателя указана стрелкой:



Уже появилось небольшое расхождение — по карте надо запускать двигатель, а еще целых пять минут до официального запуска. Вектор разгона важнее, поэтому начинаем маневр раньше.

22.03.2016

Орбитальный двигатель или как улететь из атмосферы



Маршевый двигатель запускается не сразу, сначала небольшие двигатели осаднения дают маленькую тягу, чтобы топливо осело на дне баков, а пузыри газа наддува всплыли вверх и не попали в турбонасос.



Апоцентр между 5 и 6 тысячами километров, по карте положение совпадает, выключаем двигатель

22.03.2016

Орбитальный полетчик или как убить ЭкизоМа



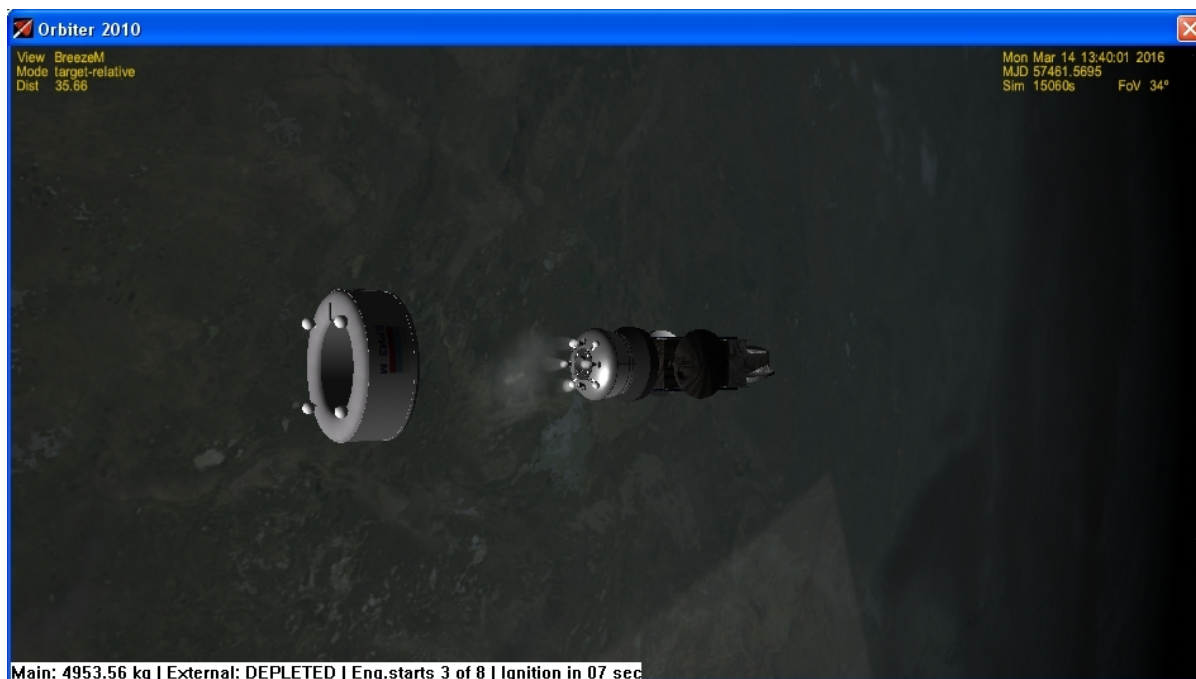
Приближаемся к Португалии для третьего включения двигателя, время уже 16:27, мы начали отставать от графика, очевидно, правильный апоцентр 5000 км, а не 6000 как в статье.



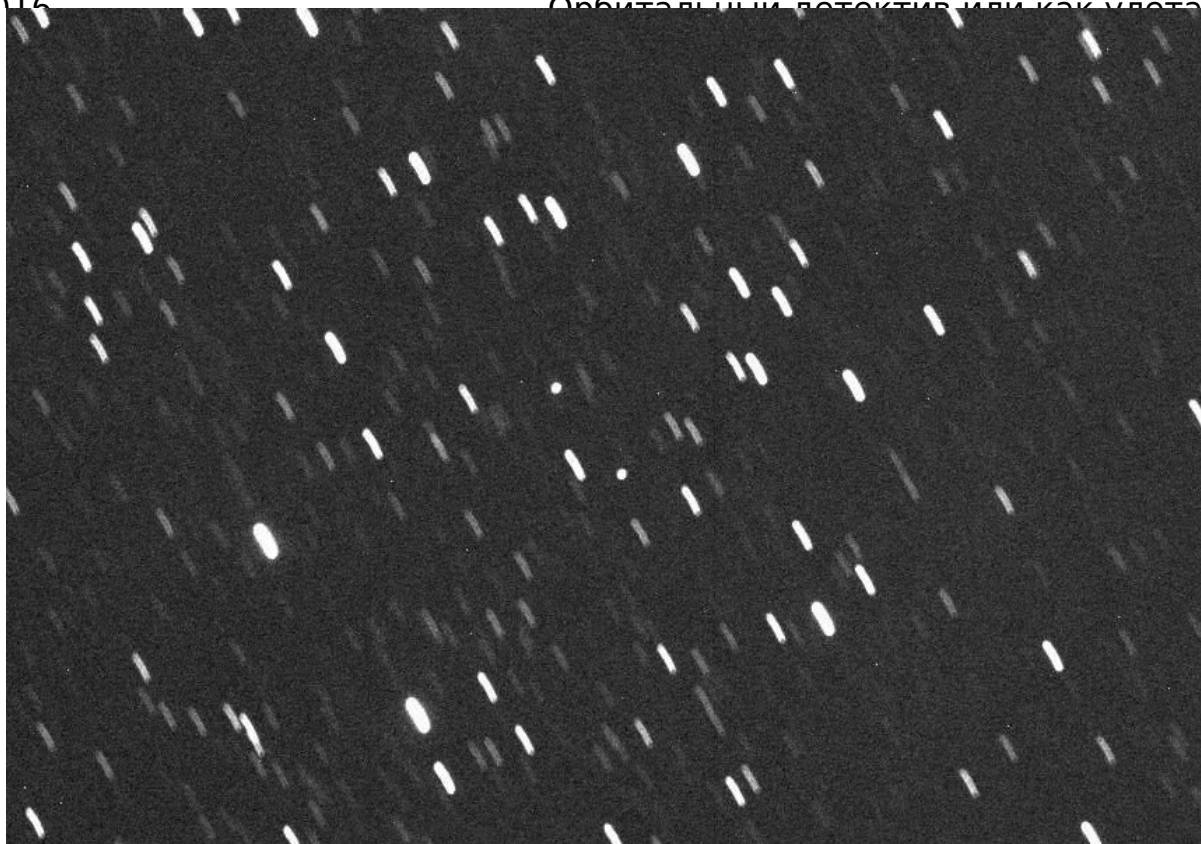
В реальности третье включение длилось до окончания топлива в сбрасываемом баке. Но у нас с вами топливо кончилось, когда апоцентр еще только 17500 км. Ничего не поделаешь, сбрасываем бак и включаем двигатель еще раз (чего не было в реальном полете).

22.03.2016

Орбитальный двигатель или как улететь из 30Ma



А вот так это бы выглядело с Земли. При обычном выведении на геостационарную орбиту двигатель включается сразу после сброса бака, и это фотографировали споттеры спутников. На анимации отлично видна разница в работе двигателей осаднения (широкий выхлоп) и маршевого двигателя.



Апоцентр 22 000 км, под нами недавно прошло Каспийское море, по карте идем неплохо. Выключаем двигатель.



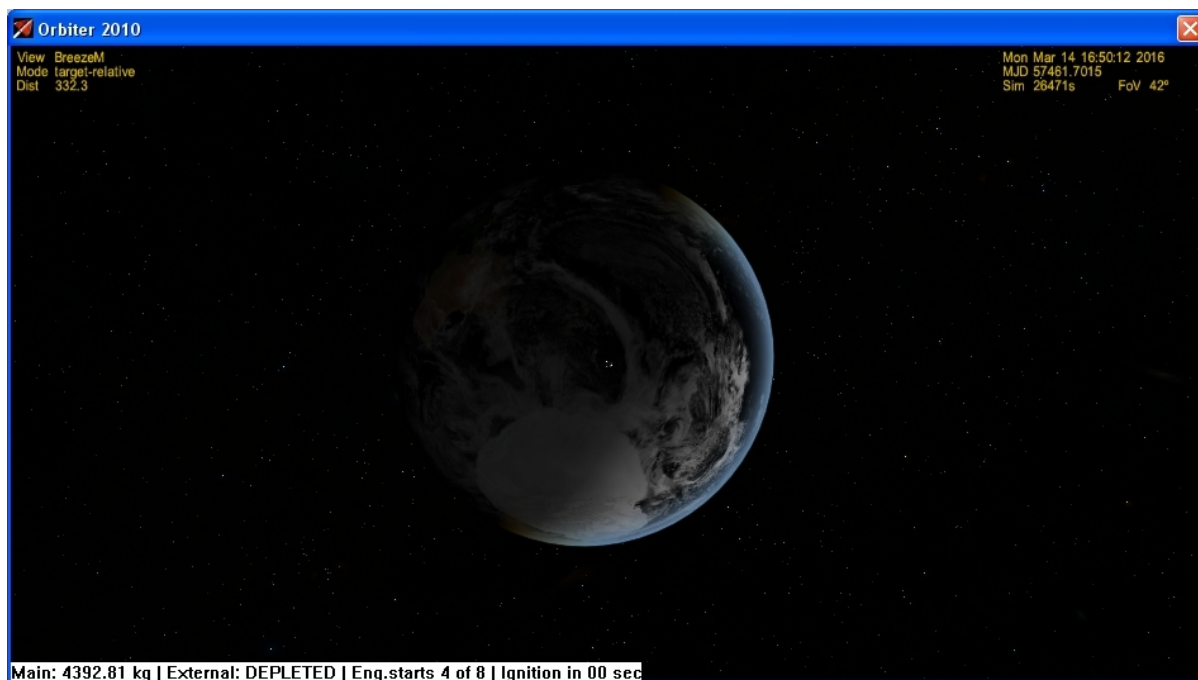
А вот реальное фото с Земли — летящие рядом ЭкзоМарс верхом на «Бризе» и сброшенный бак

22 03 2016

Орбитальный полет или как улететь в изоМа



Земля с высоты 22 тысячи километров



В Москве уже ночь, а у нас четвертое включение, почти по расписанию.

22.03.2016

Орбитальный полетчик или как улететь из 30Ma



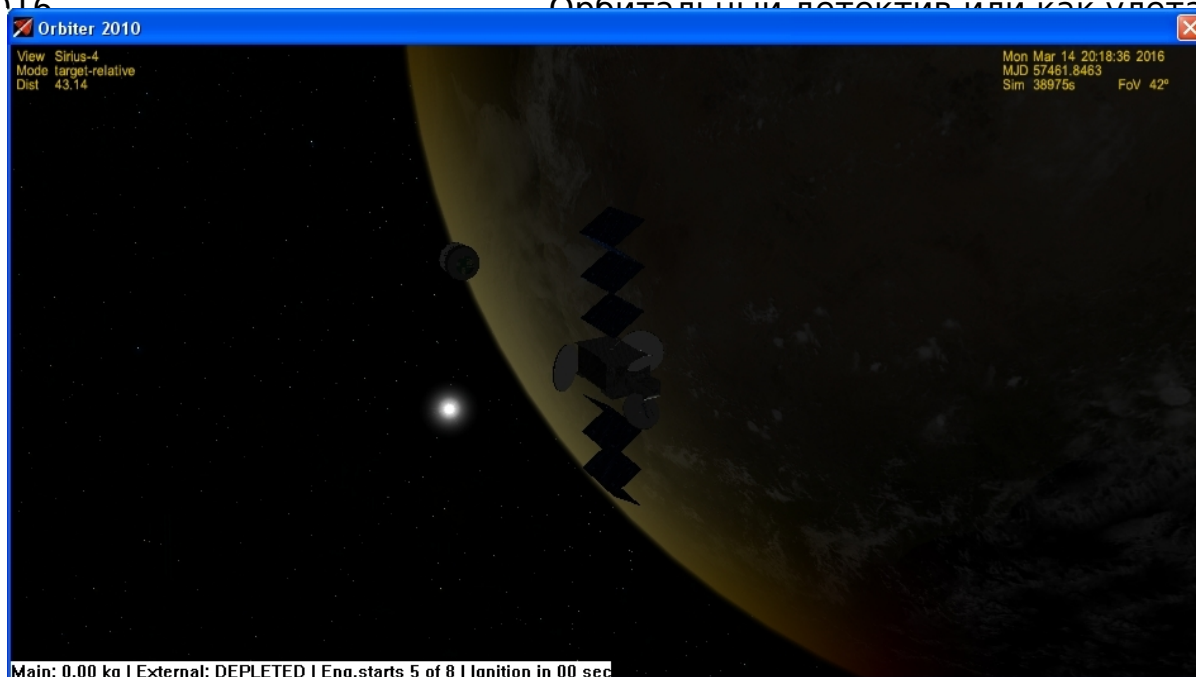
Топливо кончилось, но мы смогли выйти на отлетную траекторию



Спасибо, «Бриз»! Земляша, прощай!

22.03.2016

Орбитальный разгонный блок «Экзомарс»



Наступил вторник. Безграмотные и ангажированные журналисты написали о нас полный бред, на Эхе Москвы это безобразие до сих пор висит.

← → ↻ www.newsru.com/world/14mar2016/briz_m.html

newsru.com В МИРЕ

NEWSru.com // Новости в мире // Понедельник, 14 марта 2016 г. АРХИВ ПОИСК

Российскому разгонному блоку "Бриз-М" с четвертой попытки удалось отправить миссию ExoMars к Красной планете

время публикации: 14 марта 2016 г., 23:42
последнее обновление: 09:52

РАДИО ЭХО МОСКВЫ
91.2 FM Москва | регионы

Новости Блоги Топы Опросы Рейтинги Doc

Сейчас в эфире Эхонет

Весь эфир

Эхо Москвы в вашем телефоне
• iPhone-приложение
• мобильная версия сайта

Несколько вопросов Дмитрию Киселёву

У нас в России подлости всегда отдаются в лизинг

Воспитали "квалифицированного потребителя", а потреблять-то нечего!

НТВ со о напа туреци на Юг Украин

НОВОСТИ

08:05, 15 марта 2016

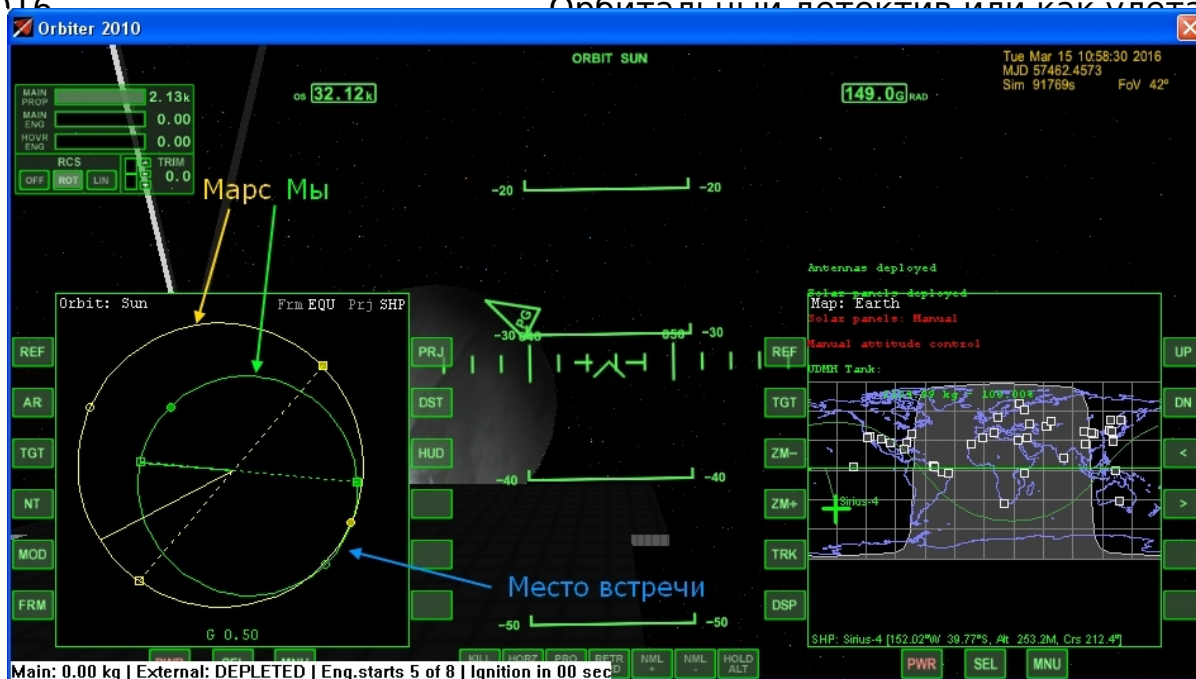
Аппараты миссии «Экзомарс» российский разгонный блок вывел на нужную траекторию только с четвертой попытки

Об этом сообщает Newsru.com со ссылкой на Европейское космическое агентство. В Роскосмосе это назвали штатной ситуацией. Аппараты уже вышли на связь и летят к Марсу. Это посадочный модуль, который будет отрабатывать технологию посадки. и орбитальный модуль. чья задача — изучение

А мы виртуально преодолели первые мегаметры к Марсу, и, если посмотреть на траекторные дисплеи, то, как ни удивительно, вышли на неплохую перелетную траекторию.

22.03.2016

Орбитальный поток или как убить ЭкзоМарс



Полет к Марсу

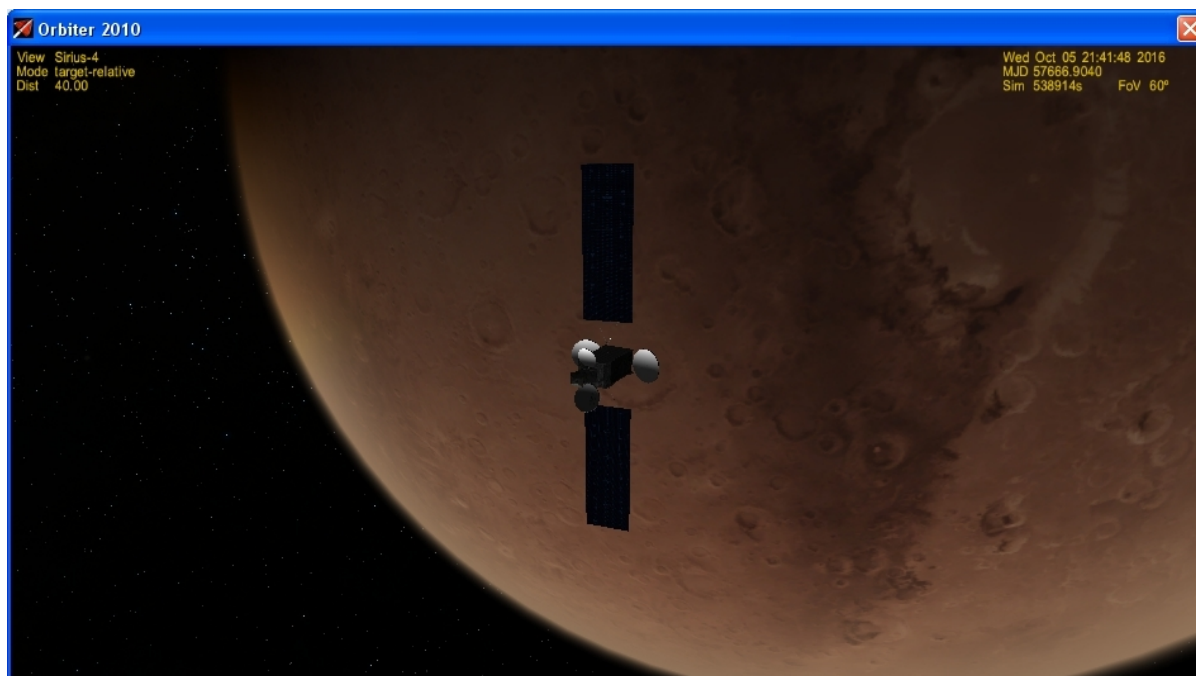
Орбита оказалась очень хорошей, с коррекцией всего в ~300 м/с, что для ручного выведения — ерунда, я сумел выйти на полноценную трассу к Марсу.



И прибыл к цели 30 сентября. Реальный «ЭкзоМарс» должен достичь цели 19 октября.

22.02.2016

Орбитальный полетчик или как летать ЭкзоМарс



По последней информации ЭкзоМарс успешно летит по отличной траектории, которая не потребовала коррекции (спасибо, «Бриз-М»!), часть приборов уже проверили, пока что все штатно. Пожелаем ему счастливого пути, а также долгой и плодотворной работы на марсианской орбите.

космонавтика, баллистика, orbiter, ЭкзоМарс



Филипп Терехов @lozga карма 501,7 рейтинг 162,7

Пользователь

Facebook Twitter Вконтакте LiveJournal

Реклама