



ТЕКСТ: МИХАИЛ КОТОВ

БОЛЬШАЯ РАКЕТА ИЛОНА МАСКА



1. Установите приложение kiozk на смартфоне
2. Откройте QR-сканер
3. Наведите камеру на QR-код
Наслаждайтесь прослушиванием статей!



Впервые Илон Маск объявил о старте работ над ракетами большой грузоподъемности в 2010 году. В отличие от классической схемы «эскиз – чертеж – производство», создатели BFR словно ступают на ощупь, постоянно возвращаясь назад, пересчитывая и взвешивая новые варианты. В то время как в порту Лос-Анджелеса готовится площадка для строительства и обслуживания BFR, а производство некоторых компонентов уже началось, даже окончательный внешний облик ракеты остается не определен. Такой подход вызывает волну критики: дескать, в SpaceX просто не знают, что делают. Однако и привычные схемы отчего-то не слишком работают: сверхтяжелая ракета NASA

SPACEX



ОСНОВАТЕЛЬ SPACEX НИКОГДА НЕ СКРЫВАЛ, К ЧЕМУ ЗАТЕВАЛАСЬ ВСЯ ИСТОРИЯ С ЧАСТНОЙ КОСМОНАВТИКОЙ. ЕЩЕ В 2002 ГОДУ ИЛОН МАСК ПОДЕЛИЛСЯ ГРАНДИОЗНЫМИ ПЛАНАМИ ЗАСЕЛЕНИЯ ДРУГИХ ПЛАНЕТ, А ЧУТЬ ПОЗЖЕ ВЫДЕЛИЛ ОСНОВНУЮ ЦЕЛЬ – МАРС. ПОКА ЧТО ЧЕЛОВЕЧЕСТВО К ТАКИМ ПОЛЕТАМ НЕ ГОТОВО, И ЕДВА ЛИ НЕ ГЛАВНОЙ ПРОБЛЕМОЙ ОСТАЕТСЯ ОТСУТСТВИЕ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ И КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ ДОСТАТОЧНОГО РАЗМЕРА. К ИХ СОЗДАНИЮ КОМАНДА МАСКА СПЕШИТ СЕМИМИЛЬНЫМИ ШАГАМИ, ПРИБЛИЖАЯСЬ К ЗАВЕРШЕНИЮ СВОЕГО, ВОЗМОЖНО ЛУЧШЕГО, ТВОРЕНИЯ. МНОГОРАЗОВАЯ СВЕРХТЯЖЕЛАЯ РАКЕТА BIG FALCON ROCKET (BFR) ГОТОВИТСЯ ВЫТЕСНИТЬ ВСЕ ПРЕДЫДУЩИЕ РАЗРАБОТКИ КОМПАНИИ.

SLS уже пятый год зависла на этапе строительства, сроки завершения постоянно сдвигаются, и наличие одобренных и подписанных чертежей в этой ситуации никак не помогает.

Кроме того, очередные изменения касаются в основном второй ступени BFR. Первая остается практически неизменной, для нее уже созданы и отработаны топливные баки и другие элементы. Главная новинка в архитектуре ракеты – сменные многоразовые вторые ступени. Так что нет ничего удивительного в том, что доработка их продолжается и во время постройки прототипа. Предполагается, что первый экземпляр BFR будет собран в порту Лос-Анджелеса и морским путем доставлен во Флориду для запуска: наземный транспорт не справится с таким масштабным грузом. Планируется, что после старта с мыса Канаверал отра-

ботавшие ступени сядут на морские платформы и будут отбуксированы обратно в Лос-Анджелес для проверок и подготовки к следующему запуску.

СЯДУТ ВСЕ

Ключевым отличием BFR от всех существующих в настоящее время ракет должна стать полная многоразовость. Но если возвращение первой ступени в исполнении Falcon 9 за последние несколько лет стало обыденностью, то посадка второй ступени – задача нетривиальная: ей потребуется гасить гораздо большую скорость. Как и первая, спускаться она будет вертикально, используя двигатели и раскладывающиеся опоры, на начальных этапах полета утопленные в корпус.

Однако второй ступени придется садиться не только на Земле, но и на Марсе, доставляя людей



и грузы. Поэтому внешне она больше похожа не на обычную цилиндрическую ступень ракеты, а на космоплан из будущего – с небольшими наплывами дельтовидных крыльев в верхней и нижней частях и закрылками, необходимыми для маневрирования. Потребуется и больше топлива, из-за чего вторая ступень BFR лишь ненамного меньше первой.

Большинство современных ракет производят из сплавов легких металлов, однако Илон Маск создает BFR из нержавеющей стали. Причин этому называется несколько: прежде всего «нержавейка» дешевле современных композитов, а кроме прочего, с таким корпусом BFR получит абляционный тепловой щит, работающий при торможении в плотных слоях атмосферы. Сквозь специальные клапаны остатки топлива, метана, будут поступать на поверхность ракеты, предохраняя ее от перегрева.

На первой ступени, получившей название Super Heavy, будут использоваться двигатели Raptor на метане и кислороде – одной из самых эффективных и безопасных для окружающей среды топливных пар. 7 февраля 2019 года инженерам SpaceX удалось вывести прототип двигателя на проектную мощность. У второй ступени двигателей будет семь: разработчики объединили ее с космическим кораблем в одну структу-

ру – Starship, получив огромный (на 18 м длиннее «шаттлов») космолет с возможностью дозаправки на орбите, посадки на Марсе и (после пополнения запасов топлива) даже взлета с его поверхности. Впрочем, «гибридная» вторая ступень сумеет взять на себя не только марсианские миссии. Инженеры SpaceX сообщили о разработке – пока что – трех специализированных модификаций.

ТРИ ГИБРИДА

Ключевым вариантом как в грузовой, так и в пилотируемой версии станет, конечно, BFR Starship – ступень с космическим кораблем. Большое пространство обещает приемлемые условия для небольшого экипажа или даже группы колонистов: по последним данным, BFR Starship будет иметь от 850 до 1000 кубометров герметизированного объема и еще 88 кубометров для грузов и приборов, которые не боятся открытого космоса. Это сравнимо с пространством большого пассажирского самолета вроде Airbus A-380 – в космосе ничего подобного еще не бывало. Считавшиеся просторными для работы и полета восьми астронавтов космические челноки Space Shuttle имели лишь 86 кубометров загерметизированного пространства, разделенного на полетную палубу и пассажирский отсек.

Вторая версия второй ступени BFR будет вспомогательной: ее задача – обеспечить выполнение

BFR

Высота: 118 м
Полная масса с топливом:
4400 т

Первая ступень Super Heavy

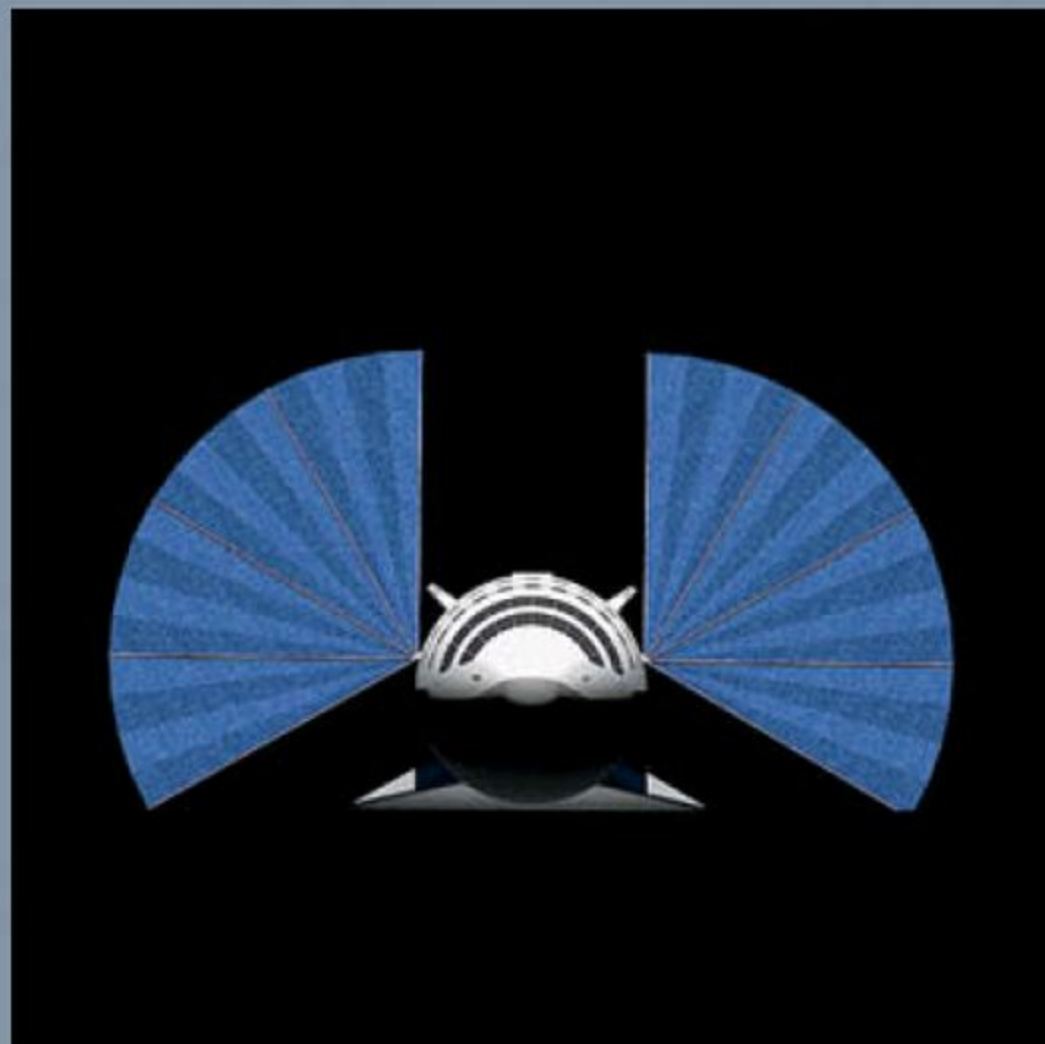
Габариты: 63x9 м
Полная масса: 3065 т
Двигатели: 7 Raptor
Тяга: 61 800 кН
Ускорители: отсутствуют

Вторая ступень Starship

Габариты: 55x9 м
Полная масса: 1335 т
Двигатели: 31 метано-
во-кислородный Raptor
Тяга: 13 900 кН

Полезная нагрузка

На низкую околоземную
орбиту: 100 т
На Луну (с дозаправкой
на орбите): 100 т
К Марсу (с дозаправкой
на орбите): 100 т



SLS

Высота: 111,2 м
Полная масса с топливом:
2490 т

Первая ступень

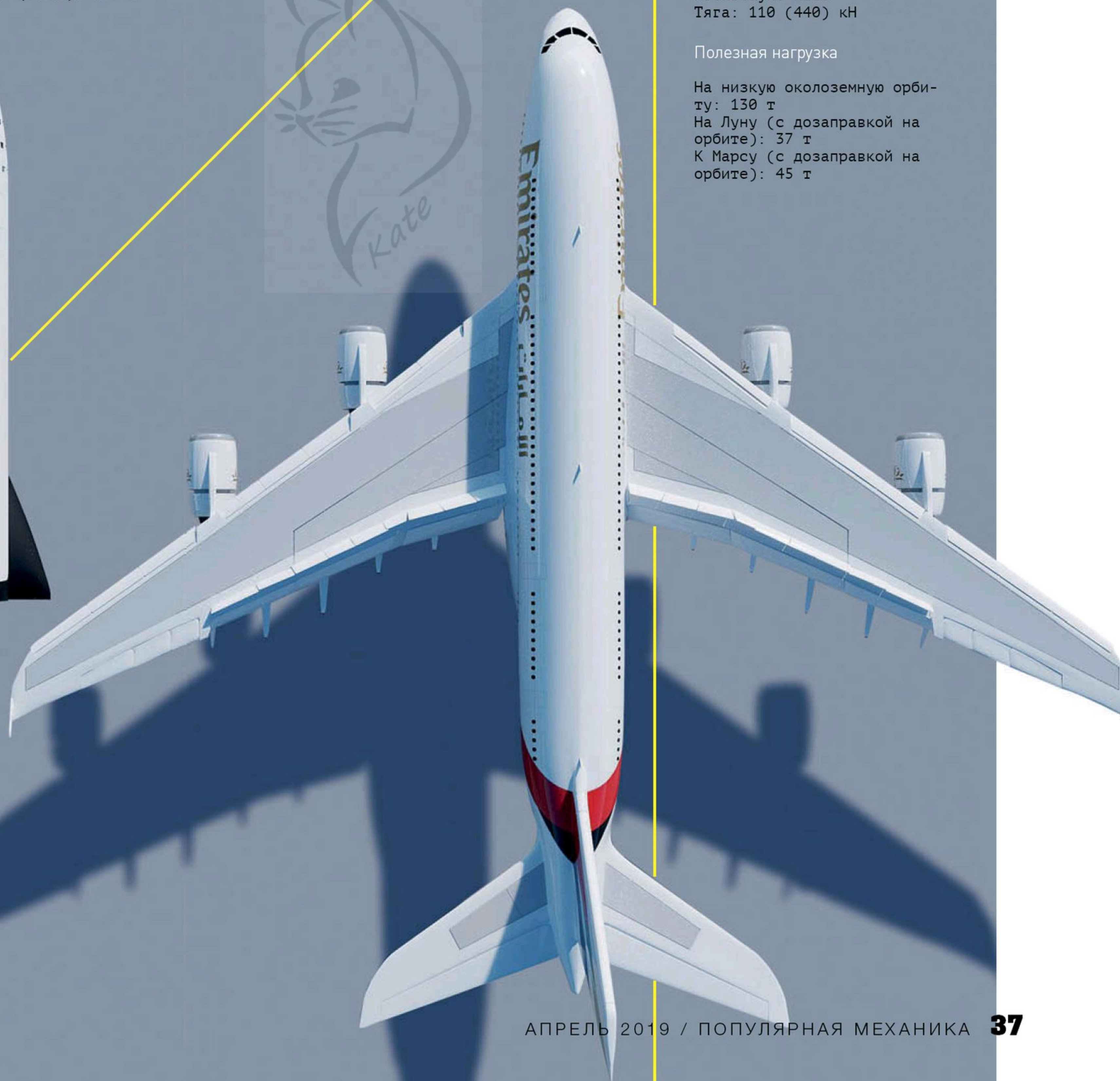
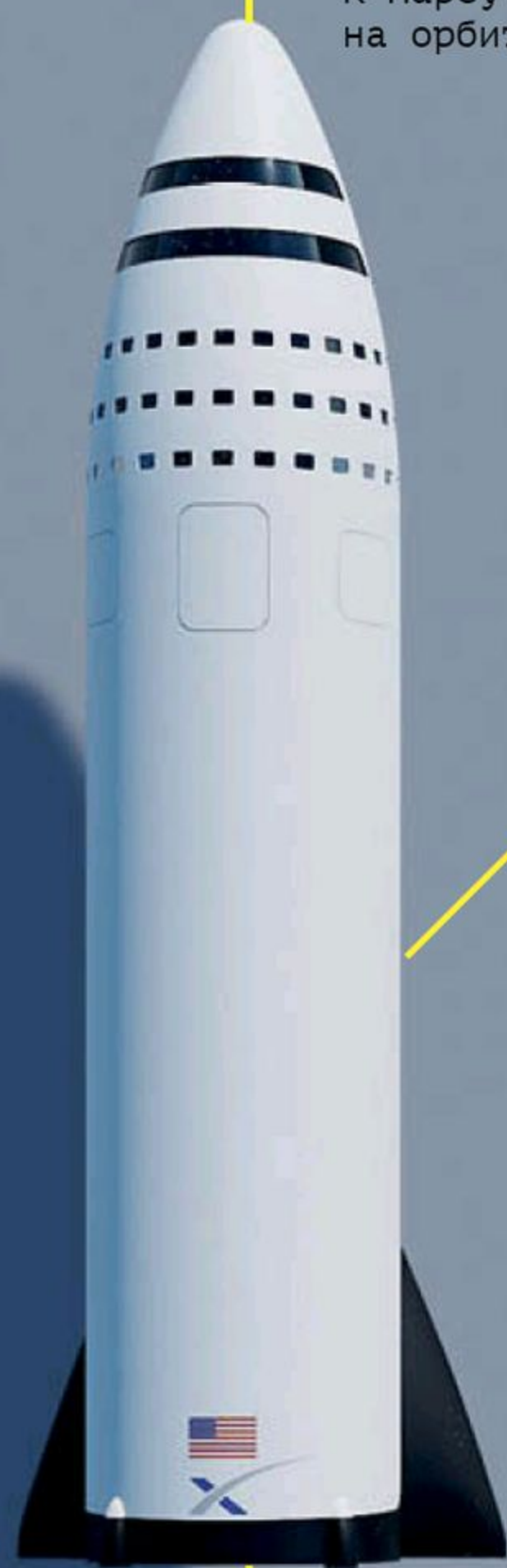
Габариты: 64,6x8,4 м
Полная масса: 979,5 т
Двигатели: 4 водородно-кис-
лородных Aerojet Rocketdyne
RS-25
Тяга: 7440 кН
Ускорители: 2 твердотоплив-
ных общей тягой 32 000 кН

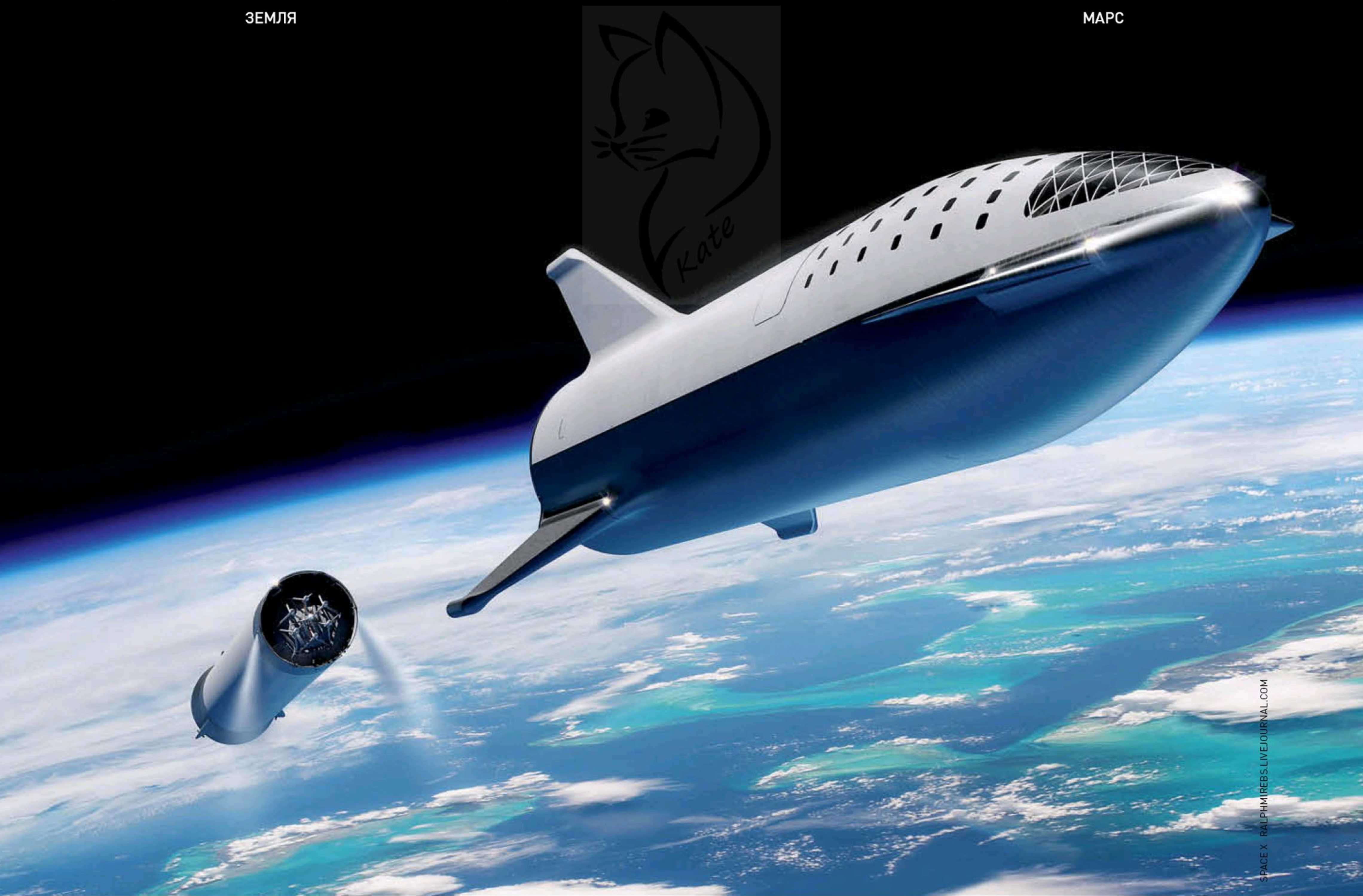
Вторая ступень Block 1 (Block 2)

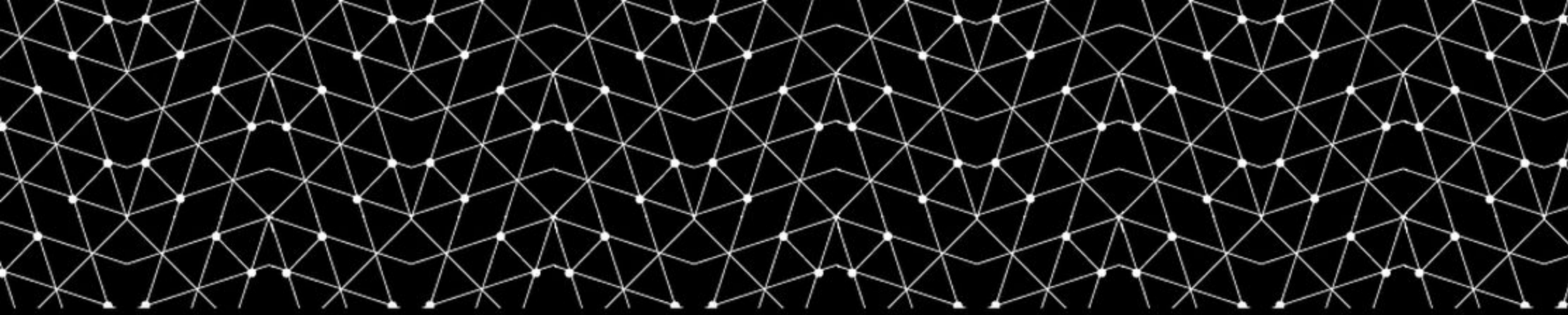
Габариты: 13,7x5
(13,7x8,4) м
Полная масса: 30,7 т
Двигатели: 1 (4) водород-
но-кислородный Aerojet
Rocketdyne RL10
Тяга: 110 (440) кН

Полезная нагрузка

На низкую околоземную орби-
ту: 130 т
На Луну (с дозаправкой на
орбите): 37 т
К Марсу (с дозаправкой на
орбите): 45 т







НАШИ ПЛАНЫ

Тем временем в Роскосмосе продолжается проработка облика перспективной сверхтяжелой ракеты-носителя «Энергия-5В». Скорее всего, в качестве первой и второй ступеней для нее будут использоваться несколько модулей будущих легких ракет «Союз-5» («Иртыш») с керосиновыми двигателями РД-170 или РД-180. В некоторых вариантах у носителя появляются третья и четвертая ступени, позаимствованные у проекта «Ангара-А5», и даже кислородно-водородный разгонный блок КВТК, который разрабатывается для этих тяжелых ракет.



дальних космических миссий кораблями Starship. Заправщик BFR Tanker – видимо, беспилотный и с возможностью автоматической стыковки в космосе – позволит пополнить запасы топлива на орбите перед отлетом, а сам вернется для новой заправки на Землю. Наконец, модификация BFR Satellite Delivery Spacecraft с большими открывающимися створками (как у «шаттлов») предназначена для запуска спутников. В настоящее время на строящемся космодроме Бока-Чика на юге Техаса уже готов макет будущей ступени Starship. В конце января его повалило ветром, но все удалось восстановить за несколько недель: Starhopper – просто пустой цилиндр, необходимый для тестирования двигателей Raptor. Похожий на обрубленный Starship, он будет садиться при помощи двигателей и совершать атмосферные прыжки – сперва невысоко, затем на несколько километров.

НА МАРС, НО НЕ СРАЗУ

Из этого комплекта элементов уже можно собрать полноценную экспедицию на Марс. На первом этапе ступень Super Heavy поднимет BFR Starship на орбиту и вернется обратно, после чего отправится на подготовку к следующему полету. Ею же будут запущены несколько заправщиков BFR Tanker, необходимых для загрузки баков Starship (в SpaceX планируют свести промежуток между последовательными запусками Super Heavy до 48 часов). Заправленный корабль отправится к Марсу, причем за счет старта с орбиты и большого запаса топлива сумеет достичь его за 115–120 дней. Затем – торможение в разреженной атмосфере и посадка на заранее подготовленную площадку. Проверка двигателей, разгрузка, заправка местным, произведенным на Марсе метаном – и обратный путь.

Сегодня это выглядит пусть и научной, но фантастикой – но уже совсем скоро станет ясно, насколько быстро она станет реальностью. Ожидается, что первый прототип BFR стартует уже в ближайшие 2–4 года, а в 2024-м состоится пилотируемый запуск. Полная многоразовость и большая грузоподъемность ракеты обещают очередное снижение цен на космические пуски: в идеале себестоимость полета BFR будет складываться лишь из расходов на топливо и восстановление вернувшихся модулей. В отличие от Falcon 9, которая хоть и имеет возможность посадки первой ступени, но все-таки остается в рамках ракетостроительного мейнстрима, BFR действительно не имеет аналогов. Ни NASA, ни Роскосмос, ни даже китайские инженеры пока не предлагают ничего столь же масштабного и революционного. И когда эта большая ракета полетит, мы, возможно, начнем отсчет новой космической эры, куда более близкой к тому, о чем всегда мечтали фантасты – с большими кораблями, с возвращаемыми ракетами и массовыми космическими перевозками.

ЖЕЛЕЗНЫЙ МАСК

Выбор стального сплава в качестве основного материала для BFR удивил многих. Илон Маск объяснил это решение в эксклюзивном интервью для Popular Mechanics. Мы публикуем ключевые тезисы и ответы основателя SpaceX.

Защита

«С передней стороны я думаю впервые использовать регенеративную теплозащиту. Двуслойный стальной сэндвич... вы закачиваете топливо или воду между слоями. При этом внешний слой микроперфорирован, покрыт очень мелкими порами... и вы получаете охлаждение за счет испарения».

Стоимость

«Поначалу мы создавали сложную углеволоконную структуру, однако прогресс оставался слишком медленным, а цена за килограмм достигала 135 долл. При этом около 35% произведенного материала все равно отправляется в отходы, вы просто обрабатываете и выбрасываете обрезки».

Легкость

«Со сталью вы получаете конструкцию, прекрасно чувствующую себя при 800 °C вместо 150... Это значит, что при вхождении в атмосферу стальной структуры задняя сторона корпуса вообще не будет нуждаться в дополнительной теплозащите».

Тугоплавкость

«У стали есть еще одно преимущество – высокая температура плавления. Намного выше, чем у алюминия. И хотя углеволокно еще не плавится, эпоксидная смола (второй компонент углеродных композитов – «ПМ») начинает разрушаться. Как правило, с алюминием или углеволокном вы получаете стабильную работу при 150 °C... Но со сталью вы можете идти и до 800, и до 850 градусов».

Прочность

«При достижении криогенных температур большинство сталей становятся слишком хрупкими... но не нержавеющая сталь, особенно богатая хромом и никелем. Она увеличивает прочность и сохраняет высокую пластичность. И нет проблем с трещинами».

Простота

«У нас тут отличная команда материаловедов, но для начала мы просто используем высококачественную нержавеющую сталь 301... Могу сказать, что из этой нержавейки делают посуду. Ее уже и так производят массово».

Поехали!

«Такой выбор кажется контр-интуитивным, и от меня потребовалось немало усилий убедить команду двигаться в этом направлении. Насколько мне известно, подобного не предлагал еще никто». **ИМ**

