



SPACEX

STARSHIP РУКОВОДСТВО ДЛЯ ЗАКАЗЧИКА

Версия 1.0 | Март 2020

COPYRIGHT

В соответствии с существующими правами третьих лиц, Space Exploration Technologies Corp. (SpaceX) является владельцем авторских прав на эти материалы, и никакая часть этого документа не может быть скопирована, воспроизведена или распространена без предварительного письменного согласия SpaceX.



ОПИСАНИЕ КОМПАНИИ

SpaceX была основана в 2002 году, чтобы предоставить революционный доступ в космосе и сделать возможным многопланетную цивилизацию. Сегодня SpaceX выполняет рутинные миссии в космос на своих ракета-носителях Falcon 9 и Falcon Heavy для множества клиентов, в том числе для Национального Управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), Министерства обороны, зарубежных правительств, и ведущих коммерческих компаний. SpaceX обеспечивает полеты НАСА на космическом корабле Dragon для доставки и возврата грузов с Международной космической станции (МКС). Скоро SpaceX начнет пилотируемые полеты на МКС. Чтобы предложить конкурентоспособные услуги по запуску и доставке грузов, SpaceX создал технологию многократного использования Falcon и корабля Dragon, что повышает надежность ракет и космических аппаратов при снижении стоимости. Программа Starship, используя опыт SpaceX, предлагает следующее поколение сверхтяжелой космической транспортной системы, способной к быстрому и надежному многократному использованию.

ОБЗОР ПРОГРАММЫ STARSHIP

Система SpaceX Starship представляет собой многократную транспортную систему, предназначенную для обслуживания орбиты Земли и миссий на Луну и Марс. Это двухступенчатая система, состоящая из Super Heavy (ракета-носитель) и Starship (космический корабль), как показано на Рисунке 1. Работает на переохлажденном метане и кислороде. Starship предназначен для быстрого развития, чтобы удовлетворить краткосрочные и будущие потребности клиентов при сохранении высочайшего уровня надежности.

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ STARSHIP

Starship имеет возможность выводить спутники, полезные нагрузки, пилотируемые корабли и грузы на различные орбиты Земли, с потенциальной возможностью посадки на Луну или Марс. Клиенты Starship могут использовать это руководство в качестве источника предварительной информации о параметрах полезной нагрузки. Это первый выпуск Руководства пользователя Starship, и оно будет часто обновляться в процессе обратной связи с клиентами.

КОНФИГУРАЦИИ STARSHIP

Пилотируемая и грузовая конфигурации Starship показаны на Рисунке 2. Грузовая версия Starship позволяет выводить спутники, крупных обсерватории, грузы, топливо для орбитальной заправки и другие беспилотные аппараты. Последующие разделы дают обзор предварительного объема и геометрических размеров для полезной нагрузки; предварительные параметры внешней среды для полезной нагрузки; и предварительные параметры грузоподъемности космического корабля. Пожалуйста, свяжитесь с sales@spacex.com, чтобы оценить, как Starship сможет удовлетворить ваши уникальные потребности.



Рисунок 1: Starship и Super Heavy

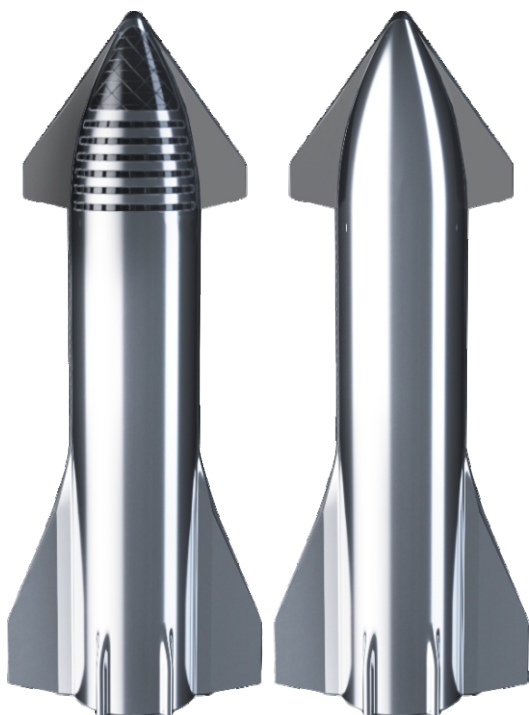


Рисунок 2: Пилотируемая (слева) и грузовая (справа) конфигурации Starship



Рисунок 3: Последовательность разворачивания полезной нагрузки Starship

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ STARSHIP ДЛЯ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Стандартный обтекатель полезной нагрузки Starship имеет диаметр 9 м. Это определяет наибольший полезный объем полезной нагрузки для любого существующего или разрабатываемого аппарата. Обтекатель полезной нагрузки Starship представляет собой раскладную конструкцию в которую интегрирована полезная нагрузка. После интеграции обтекатель «раскладушки» остается закрытым во время запуска, пока полезная нагрузка не готова к разворачиванию. Пример последовательности разворачивания полезной нагрузки показан на Рисунке 3. Для разворачивания полезной нагрузки створка обтекателя «раскладушки» открывается, а адаптер полезной нагрузки с полезной нагрузкой наклоняется под углом для подготовки к разделению. Затем полезная нагрузка отделяется с помощью уникального механизма адаптера полезной нагрузки. Если есть несколько полезных нагрузок в одной миссии, вращающийся механизм адаптера обеспечит каждому спутнику отделение с максимальной безопасностью. После подтверждения разделения, когда полезные нагрузки покинули обтекатель, створка обтекателя закрывается для подготовки к возвращению Starship на Землю.

ДОСТУПНЫЙ ОБЪЕМ

Объем грузового отсека космического корабля диаметром 8 м показан на Рисунке 4. Этот большой раскрывающийся отсек позволяет размещать новые полезные нагрузки, миссии Rideshare, выведение целых созвездий спутников за одиночный запуск. Увеличенный объем грузового отсека делает доступные полезные нагрузки, требующие размеров длиной до 22 м.

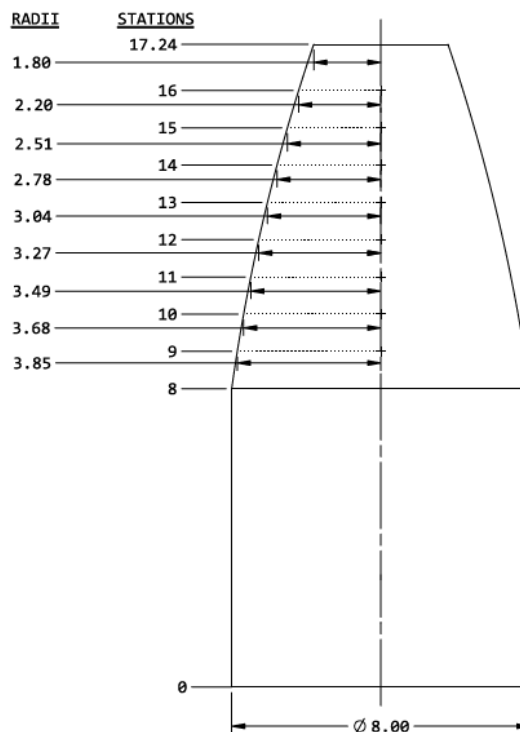


Рисунок 4: Объем полезной нагрузки Starship (размеры в м)



ЗАГРУЗОЧНЫЕ МАНИФЕСТЫ

Наши клиенты могут выбрать одиночные или мульти-манифестные миссии. Клиенты могут выводить один космический аппарат в запуске, предложить свои собственные Rideshares для одного запуска Starship или договориться с SpaceX для участия в мульти-манифестном запуске. Клиентам такой миссии не нужно ждать попутчиков для полета. Уникальная большая геометрия отсека полезной нагрузки Starship открывает новые возможности для интеграции полезных грузов клиентов. Для полезных грузов, требующих дополнительной структурной поддержки, у Starship есть возможность монтировать опоры вдоль боковых стенок или носа, чтобы взаимодействовать с специфическими интерфейсами полезной нагрузки, аналогичные тем, которые сейчас используются на космических кораблях НАСА. Большие полезные нагрузки в миссиях совместного запуска на Starship, как правило, устанавливаются в ряд на адаптер полезной нагрузки. Это уменьшает технические и логистические зависимости между участниками Rideshare по сравнению с другими конфигурациями.

Пример манифестов одиночной миссии:

- от 1 до 3-х геостационарных телекоммуникационных спутников;
- Полная спутниковая группировка в одной миссии;
- 1-2 геостационарных телекоммуникационных спутника плюс Rideshare системы малых спутников;
- Космический демонстрационный корабль или нагрузка, которые остаются интегрированы с Starship и возвращаются обратно на Землю;
- Совместная интеграция груза и экипажа.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТЕРОВ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

Приспособления для крепления полезной нагрузки Starship предназначены для сопряжения со стандартными системами интерфейсов полезной нагрузки в конфигурации с одиночным или несколькими манифестами. SpaceX будет либо предоставлять и интегрировать адаптер полезной нагрузки с системой разделения или будет интегрировать адаптер и систему разделения, предоставленные клиентом. Исходно, Starship совместим с Falcon-стандартами 937-мм, 1194-мм, 1666-мм и «Требованиям к интерфейсу 2624 мм», в том числе возможность размещать несколько полезных грузов «бок-в-бок» с учетом большого диаметра. Для клиентов с «Требованиями к альтернативному интерфейсу», SpaceX имеет большой опыт проектирования и производства нестандартных адаптеров и системы разделения.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

Starship будет поддерживать общую мощность и обмен данными с полезной нагрузкой по стандартам интерфейса на летательные аппараты по протоколам предоставленным клиентом наземной электрической поддержки оборудования (EGSE) для заключительных предпусковых операций. Эта обеспечит подготовку полезной нагрузки, возможность контролировать и управлять ею после

интеграции в обтекатель по протоколам полезной нагрузки EGSE. Это охватывает период предстартовой подготовки в монтажном корпусе и на стартовой площадке. Некоторые из этих электрических интерфейсов могут оставаться доступным в полете.

Контакт sales@spacex.com для получения дополнительной информации или других параметров по этому вопросу.

УСЛОВИЯ ВЫВЕДЕНИЯ

Используя сильное наследие и опыт, полученный при разработке Falcon 1, Falcon 9 и Falcon Heavy, SpaceX разрабатывает Starship и Super Heavy для обеспечения комфортных условий для полезной нагрузки, насколько это возможно. SpaceX гарантирует, что условия Starship аналогичные или лучше по сравнению с системой запуска Falcon Heavy. Чтобы помочь в конструировании космических аппаратов, способных к выведению на Starship, SpaceX предоставляет следующие параметры (предварительные) нагрузки окружающей среды.

НАГРУЗКИ

SpaceX разрабатывает Starship, чтобы перегрузки соответствовали стандартным отраслевым уровням. Во время полета полезная нагрузка будет испытывать переменные осевые и боковые ускорения. Двигатели Super Heavy и Starship могут регулировать тягу, чтобы поддерживать носитель и полезную нагрузку в пределах допустимых перегрузок.

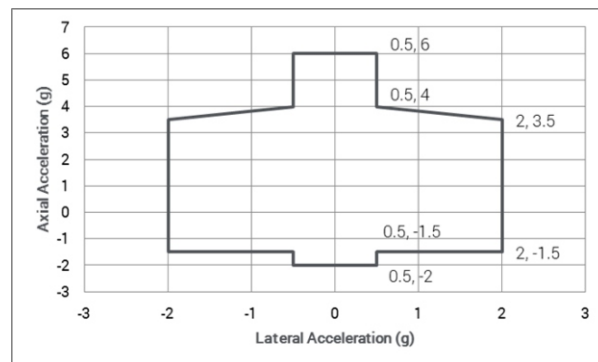


Рисунок 5: Коэффициенты максимальной расчетной перегрузки для полезной нагрузки

Максимальные ожидаемые расчетные коэффициенты перегрузки для одиночной миссии полезной нагрузки на Starship показана в Рисунок 5. Фактическая среда, динамические перегрузки, ускорения, и изгибы являются функцией динамической связи между Starship и полезной нагрузкой. Эти параметры могут быть точно рассчитаны с помощью анализа связанных грузов. Для оценки перегрузок конкретной полезной нагрузки, свяжитесь с sales@spacex.com.



АКУСТИКА

Во время полета полезная нагрузка будет подвергаться воздействию акустической среды. Уровни самые высокие во время взлета и сверхзвукового полета, из-за акустических и аэродинамических перегрузок. Максимум ожидаемого акустического воздействия на полезную нагрузку показан в Таблице 1 и Рисунке 6 в одной трети октавных полос. Для конкретной оценки акустической нагрузки на низких частотах пишите на sales@spacex.com.

Frequency (Hz)	Acoustic Limit Levels 1/3 Octave
100	130
125	130
160	130
200	130
250	129
315	127
400	124.5
500	122
630	118.5
800	115.5
1000	113
1250	111
1600	109.5
2000	108.5
2500	107.5
3150	106.5
4000	105.5
5000	104.5
6300	103.5
8000	102.5
10000	101.5
OASPL (dB)	137.7

Таблица 1: Акустическая среда полезной нагрузки (1/3 октавы)

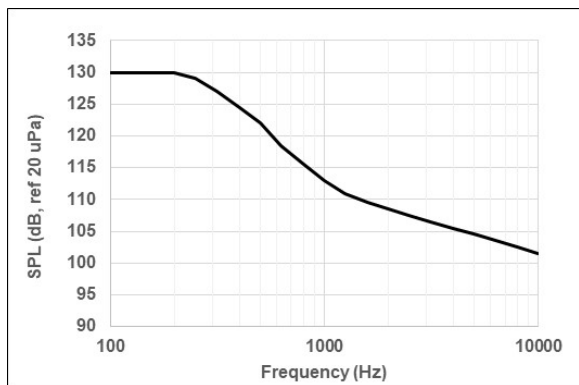


Рисунок 6: Акустическая среда полезной нагрузки (1/3 октавы)

ТРЯСКА

SpaceX разрабатывает Starship, чтобы снизить перегрузки при разделении. На этапе разделения полезной нагрузки открытие створки отсека вызовет незначительный «удар» на адаптере полезной нагрузки. Вследствие этого, максимальная ударная нагрузка обычно определяется Системой Разделения полезной нагрузки, выбранная для конкретной миссии. Типичные максимальные уровни «удара» полезной нагрузки в плоскости разделения, вызванные разделением полезной нагрузки представлены в Таблице 2.

Frequency (Hz)	Shock SRS (g-peak)
100	20
1000	1000
10000	1000

Таблица 2: Типичная ударная нагрузка, вызванная разделением полезной нагрузки в плоскости разделения полезной нагрузки.

ЗАГРУЗИТЬ ИНТЕГРАЦИЮ

Изначально SpaceX планирует создать две стартовые площадки для Starship:

- Kennedy Space Center LC-39A | 28,6082° северной широты, 80.6041° западной долготы.
- Boca Chica | 25.9971° северной широты, 97.1554° западной долготы.

Для полезных грузов, требующих возвращения на Землю, места посадки координируется с SpaceX и могут включать в себя Kennedy Space Center, Флорида или Boca Chica, Техас.

Полезные нагрузки интегрируются вертикально в обтекатель Starship в чистых помещениях класса ISO 8 (класс 100 000). Затем интегрированный стек полезных нагрузок переносится на стартовую площадку и поднимается на Starship. Вертикальная ориентация поддерживается во время всего процесса интеграции и наземных операций. Кондиционированный воздух поступает в обтекатель во время капсулированной наземной подготовки, во время перевозки из монтажного корпуса и на стартовой площадке.

РАЗДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ

SpaceX обеспечивает управление в полете и мониторинг системы(м) разделения полезной нагрузки. Starship может выполнить 3-х осевое управление или стабилизацию вращения при отделении космического аппарата. Обратите внимание, что для определенного космического аппарата необходимые маневры для разделения могут уменьшить доступный объем полезной нагрузки. Маневры по предотвращению столкновений будут выполняться как требуется клиенту.

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ

Система Starship и Super Heavy предлагает существенные возможности по выводу полезной массы на орбиту. На базовом уровне многоразовой конструкции, Starship может доставить более 100 метрических тонн на LEO. Используя заправку топливом на орбите, Starship способен доставить беспрецедентную массу полезной нагрузки на разнообразные земных, окололунные и межпланетные траектории. Сводка доступных возможностей Starship представлена в Таблице 3. Одиночный запуск полезной массы на орбиту не предполагает орбитальной заправки Starship. Максимальная масса на другие орбиты предполагает заправку топливом на LEO, что позволяет существенно увеличение массы полезного груза. Эти цифры грузоподъемности предполагают полное повторное использование Starship, в том числе Super Heavy и возвращение на стартовую площадку. Для оценки грузоподъемности на конкретную орбиту, пожалуйста свяжитесь с sales@spacex.com.

Орбита	Масса-на-орбиту Одиночный запуск	Масса-на орбиту Геопереходная орбита Отлетная траектория
LEO ¹	100+	100+
GTO ²	21	100+
К Луне	N/A	100+
К Марсу	N/A	100+

¹ Круговая орбита до 500 км с наклоном до 98,9 градусов

² Предполагается 185 x 35 786 км орбиты с наклоном 27 градусов при 1800 м/с.

Таблица 3: Ожидаемая грузоподъемность Starship

ГРУЗОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

Starship был разработан с самого начала, чтобы иметь возможность перевезти более 100 тонн груза на Марс и Луну. Грузовая версия также может быть использована для быстрой доставки груза между пунктами на Земле. Доступны различные конфигурации грузового отсека которые позволяют выполнить полностью автономную доставку грузов на Земле, Луне или на Марсианской поверхности. Один из примеров показан на Рисунке 7.

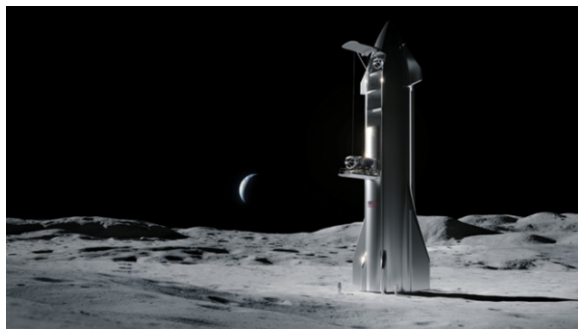


Рисунок 7: Грузовой корабль на лунной поверхности

ПИЛОТИРУЕМАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

SpaceX была основана с целью сделать жизнь многопланетной. Программа Starship реализует эту цель с пилотируемой конфигурацией Starship. Опираясь на опыт разработки Dragon для Commercial Crew Program, конфигурация пилотируемого Starship может перевозить до 100 человек с Земли на LEO, на Луну и Марс. Пилотируемая конфигурация Starship включает в себя частные каюты, большие помещения общего пользования, централизованный склад, камеры радиационной защиты по время «солнечного шторма» и смотровую галерею.

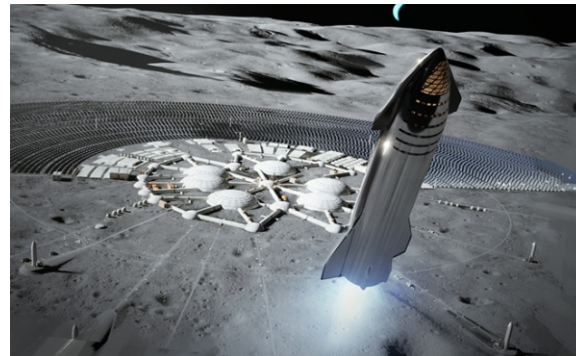


Рисунок 8: Конфигурация пилотируемого Starship

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Полностью многоразовые системы Starship и Super Heavy предлагаются для космической деятельности, которая не имела такой возможности с момента выхода на пенсию Space Shuttle и Space Transportation System или никогда не была возможна в таком качестве ранее. С полностью многоразовым Starship, спутники могут быть захвачены и отремонтированы на орбите, возвращены на Землю или переведены на новую рабочую орбиту. Для получения дополнительной информации о дополнительных возможности или предложения новых идей, пожалуйста свяжитесь с sales@spacex.com.