



В КОСМОС ЗА 180 МИНУТ

Как сверхкороткая схема полёта на Международную космическую станцию изменит космонавтику

Михаил Котов

Международная космическая станция (МКС) находится на орбите всего в 400 км от поверхности Земли. Такое расстояние автомобиль пройдёт часов за пять — даже учитывая время на заправку и чашечку кофе по пути. А вот космонавты, летящие к станции со скоростью несколько километров в секунду, добираются до цели назначения чаще всего за сутки с лишним. Почему так происходит? Что задерживает космические корабли, и можно ли ускорить процесс полёта?

ДВУХСУТОЧНАЯ СХЕМА

Космический корабль летит к станции не по прямой. Его путь равняется нескольким десяткам тысяч километров. Всё дело в том, что для успешной стыковки требуется, чтобы скорости корабля и станции были практически равны. Поэтому после выхода на орбиту космический корабль начинает маневрировать при помощи двигателей, стремясь достичь точно такой же орбиты, как у станции.

Происходит это в несколько приёмов. Сначала подаётся сигнал на проведение импульса. **Импульсом** называется мера механического движения тела — сколько двигателю корабля требуется проработать, чтобы сообщить кораблю требуемое ускорение. Когда двигатель проработал нужное время и орбита космического корабля поменялась, специалисты Центра управления полётами смотрят на получившуюся орбиту, вносят требуемые корректировки и подают команду на следующий импульс. Чаще всего на одном витке

подаётся один, изредка два импульса. **Виток** — это полный оборот космического корабля или станции вокруг Земли. Каждый виток — это примерно 90 минут. Вот и набегает несколько часов полёта. Но откуда взялись сутки и более? Почему в 1960–70-х годах космонавты поставили несколько рекордов по быстрой стыковке, а впоследствии стали летать в космос гораздо медленнее?

Всё дело в том, что рекорды ставились с космическими кораблями, летавшими на одной и той же орбите. После запуска первого космического аппарата требовалось просто подождать нужное количество времени, дожидаться, пока корабль вновь окажется над нужной точкой, и запускать второй. Пилотируемые корабли оказывались на одной и той же орбите, и дальнейшая стыковка была только делом техники. Не требовалось совершать дополнительные импульсы и изменять орбиту. Такая схема называлась **прямое выведение**.

С долговременной орбитальной станцией этот фокус уже не пройдёт. Во-первых, станции находятся на более высокой орбите – это сделано, чтобы они меньше испытывали влияние атмосферы, которая простирается над Землёй почти на тысячу километров. Да, на высоте 400 км она уже очень слабая, но всё равно молекулы газов постепенно тормозят станцию. Приходится почти двадцать раз в году включать двигатели пристыкованных к МКС грузовых кораблей и снова набирать высоту.

Во-вторых, вмешалась физиология. Первые несколько часов в космосе космонавты испытывают небывалый подъём сил, эйфорию. Ещё бы! Закончены длительные приготовления, позади остались нервные часы ожидания, запуск прошёл успешно. Но, увы, такое состояние длится очень недолго. Через пять-шесть часов начинается привыкание к состоянию невесомости. Наши тела приспособлены к земному притяжению, а потому процесс перехода к жизни в микрогравитации оказывается очень болезненным.

Процесс адаптации длится около суток, во время которых космонавтам очень тяжело и плохо. Двигательные и умственные способности снижены, ощущения как у альпинистов, испытывающих «горную болезнь» после подъёма. Стыковаться в таком состоянии – не самая лучшая идея. Если вдруг автоматическая стыковка не сработает, то стыковаться вручную придётся привыкающим к невесомости космонавтам.

Поэтому было предложено процесс адаптации проводить прямо в космическом корабле. Примерно так же поступают и альпинисты, переживая состояние «горной болезни» не во время подъёма, а в специальных приютах и базовых лагерях, давая организму время для акклиматизации.



Самая быстрая автоматическая стыковка космических аппаратов произошла 30 октября 1967 года. Полёт космического корабля «Космос-188» от старта до стыковки с «Космосом-186» занял 1 час 8 минут. Стыковка оказалась частично успешной, поскольку кораблям удалось выполнить только механическую стыковку, но не электрическую. Стоит отметить, что это была стыковка беспилотных космических аппаратов.



Космонавт Ричард Гордон стыкует вручную космический корабль «Джемини-11» с ракетой *Agna* в открытом космосе

А вот рекорд пилотируемой стыковки при прямом выведении у американцев. 12 сентября 1966 года американский пилотируемый корабль «Джемини» с экипажем из двух астронавтов, Чарльзом Конрадом и Ричардом Гордоном за 1 час 34 минуты (один виток) достиг расположенный на околоземной орбите блок *PM-81 Agna*. Стыковал оба аппарата Гордон с помощью специального троса прямо в открытом космосе. *PM-81 Agna* – это специальный разгонный блок, «автобус для развозки» спутников по орбите.



▲ Космический корабль «Союз»

◀ Космонавт Александр Скворцов и астронавты Лука Пармитано и Кристина Кук во время тренировки по спуску на корабле «Союз»

БЫСТРЕЕ, ЕЩЁ БЫСТРЕЕ

И всё равно полёт по двухсуточной схеме был не очень удобен для космонавтов. В идеале, для космонавтов будет гораздо лучше акклиматизироваться не в тесноте космического корабля «Союз», где космонавты сидят практически вплотную, а на орбитальной станции. Поэтому специалисты начали разработку более коротких схем выведения. Руководителем этого направления и идеологом решения проблемы стал баллистик РКК «Энергия», кандидат технических наук **Рафаил Фарвазович Муртазин**. Самой главной проблемой при попытке уменьшить количество витков перед стыковкой стало уменьшение фазового диапазона.

Что такое **фазовый диапазон**? В орбитальной механике есть понятие начального фазового угла — это угловое расстояние между кораблём и станцией в момент выведения корабля. Фазовый диапазон включает в себя все допустимые значения фазовых углов. Если угол выведения не попадает в диапазон, космический корабль попросту нельзя будет пристыковать к орбитальной станции.

Для двухсуточной схемы этот диапазон составляет около 150°; для пятивитковой — порядка 30–35°. Это

значительно меньше, чем у двухсуточной схемы. Чтобы успеть состыковаться за шесть часов, баллистики пошли на хитрость. Космический корабль получает данные для коррекции орбиты по расчётным параметрам выведения. К сожалению, ракета-носитель не всегда выводит корабль идеально точно, как это было посчитано, поэтому при помощи нескольких включений двигателя космический корабль приближают к заранее высчитанной орбите выведения. На втором витке его орбиту анализируют на Земле и отправляют данные для двух импульсов коррекции, которые исправляют ошибку выведения. Напомним: один виток — это полтора часа, а значит, для стыковки и всех необходимых манёвров есть всего четыре витка.

После успешной короткой схемы, отработанной на грузовых, а потом и пилотируемых космических кораблях, пришла пора для двухвитковой, сверхкороткой схемы выведения. При этом фазовый диапазон составляет всего 12–18°, а значит, ракету-носитель с кораблём нужно запускать с точностью до пяти-десяти секунд.

При этом при запуске у баллистики существует огромное количество ограничений. Вот только часть из них:

- Старт к МКС с Байконура возможен один раз в сутки, это зависит от орбиты станции и момента, когда она пролетает над космодромом.
- МКС теряет высоту от воздействия с атмосферой Земли непредсказуемо. Высокая солнечная активность «прижимает» атмосферу к Земле, и МКС начинает снижаться быстрее. Станция может быть вынуждена выполнить манёвр уклонения от космического мусора в заранее неизвестный день. И, к сожалению, космического мусора становится всё больше, а манёвры уклонения приходится делать всё чаще.
- Нужно, чтобы стыковка происходила на дневной стороне орбиты и в видимости наземных пунктов управления на территории запускающей страны.
- Необходимо сохранять совместимость параметров орбиты станции с последующими стартами и посадками с горизонтом планирования примерно год. К МКС летает не только Россия — приходится учитывать и орбиту, удобную для американских космических аппаратов *Crew Dragon*.

Сначала получилось сделать полёт по двухвитковой схеме для грузового космического корабля «Прогресс», а затем 14 октября с космодрома Байконур успешно стартовала ракета-носитель «Союз-2.1а» с пилотируемым кораблём «Союз МС-17». Космонавты впервые в истории добрались до орбитальной станции всего за три с небольшим часа — уже сравнимо с поездкой до работы для жителя крупного города.

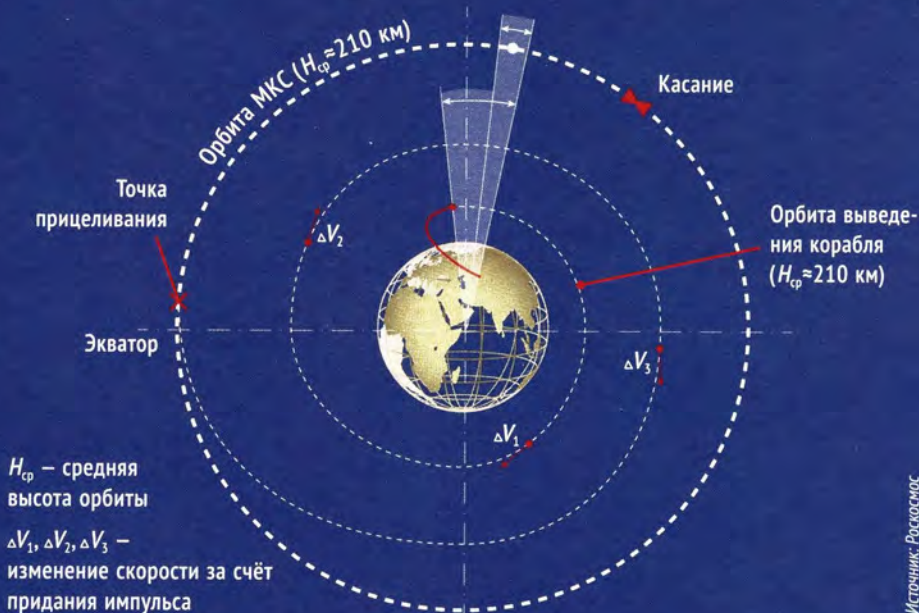
Плюс такого полёта в том, что в случае необходимости или ошибки вывода двухвитковая схема практически мгновенно превращается в двухсуточную, и космонавты могут лететь, как раньше. Хотя после трёх часов сорок восемь, конечно, кажутся бесконечными.

А ЗАЧЕМ?

Главный вопрос — зачем всё это нужно? Кому требуется такая гонка? Двухсуточные полёты сложно даются не только космонавтам. Как правило, работающие в Центре управления полётами специалисты всё это время внимательно следят за кораблём. Дополнительная работа ЦУПа — это не только усталость сотрудников, но ещё и лишние траты.

Кроме того, сверхкороткая схема приближает нас к будущему, в котором полёты на МКС станут рутинной.

ДВУХВИТКОВОЕ СБЛИЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ



И туристы смогут добираться до орбиты за 180 минут вместо двух суток. Ускоренная доставка может стать актуальной и в том случае, если на орбитальных станциях будущего люди смогут развернуть производство человеческих органов для трансплантации. Тогда доставка скоропортящихся компонентов может стать чрезвычайно важной.

Пока же мы просто можем порадоваться за космонавтов, работа которых

стала немного проще. Хотя бы в том, что привыкать к условиям невесомости им придётся не в стеснённых условиях корабля, а на более просторной станции.

А если к МКС по сверхкороткой схеме продолжают летать грузовые космические корабли, то можно будет доставлять на орбиту свежие блюда или мороженое — по словам космонавтов, на орбите им его очень не хватает. ▲



«Прогресс МС-09» — грузовой космический корабль серии «Прогресс» для снабжения МКС. Корабль впервые был запущен по сверхкороткой двухвитковой схеме сближения с МКС (полёт до МКС длился 3 часа 40 минут).



«Союз МС-17»