The background of the cover is a dark, starry space. A large, reddish-orange planet, likely Mars, is visible in the upper half. A bright, vertical streak of light representing a rocket launch extends from the top edge down to a small rocket ship positioned just above the title. The authors' names are printed in white, sans-serif font on either side of the launch streak.

АЛЕКСАНДР
ЯРОВИТЧУК

АНАСТАСИЯ
СТЕБАЛИНА

ОШИБКИ

МИРОВОЙ
КОСМОНАВТИКИ

Александр Геннадьевич Яровитчук
Анастасия Сергеевна Стебалина
Ошибки мировой
КОСМОНАВТИКИ
Серия «История и наука
Рунета. Подарочное издание»

indd предоставлен правообладателем
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=70301518
ISBN 978-5-17-160954-2

Аннотация

Отказывающиеся двигатели, запутанные координаты, сбивающиеся расчеты орбит – эти странные и порой спорные неурядицы стали частью истории освоения космоса. Авторы данной книги раскроют перед вами тайны, скрытые за призмой успехов. Вы погрузитесь в мир космических программ, которые были идеально спланированы, но оказывались под угрозой из-за самых невероятных недочетов.

Однако "Ошибки мировой космонавтики" – это не только развлекательное чтение для любителей космоса и интересных фактов. Это история о том, как человечество преодолевает преграды и стремится к новым горизонтам, несмотря на неуклюжесть некоторых шагов. За каждой ошибкой следуют

глубокий анализ и опыт, которые помогают человечеству стать лучше в освоении космического пространства. Вы узнаете, какие уроки наука извлекла из множества непредвиденных ситуаций и как они повлияли на будущие миссии.

Подготовьтесь к путешествию: оно заставит вас улыбнуться, задуматься и поверить в то, что даже в самых нелепых случаях есть место для великого открытия.

В формате PDF A4 сохранен издательский макет.

Содержание

От авторов	6
Глава 1	8
Глава 2	32
Глава 3	40
Конец ознакомительного фрагмента.	50

**Александр Яровитчук,
Анастасия Стебалина
Ошибки мировой
КОСМОНАВТИКИ**

© Яровитчук А.Г., 2024

© Стебалина А.С., 2024

© ООО «Издательство АСТ», 2024

* * *

От авторов

Ошибаются все. Ошибки неизменно сопровождают процессы познания, творчества, созидания.

Каждому из нас лучше всего запоминается собственный опыт. Однако учиться стоит не только на своих ошибках. Опыт других людей порой помогает по-новому взглянуть на личные успехи и неудачи. Казалось бы, при чем здесь космонавтика? Но ведь эта область науки основана на соединении смелых новаторских идей, инженерного гения и жажды познания. В масштабах человеческой истории она совсем молода, а больше всего ошибок допускают именно первопродолцы. Описанные на страницах этой книги реальные случаи могут многому научить, ведь чем бы мы ни занимались, в первую очередь мы остаемся людьми, а люди могут ошибаться.

Космические программы СССР, продолженные Россией, а также разработки США, Японии, Европы дали миру огромное количество новых знаний и открыли невиданные горизонты. Грандиозный триумф невозможен без большой кропотливой работы, а значит – вероятных ошибок и неизбежного поиска путей их преодоления. Мы не ставим перед собой цель принизить чьи-либо заслуги. Наша книга прежде всего о том, как извлечь урок из ошибок, как не сдаться и продолжить идти к намеченной цели. Мы хотим показать

космонавтику с менее эффектной и привлекательной, более непарадной, будничной стороны и надеемся, что собранные нами истории не только послужат уроком читателю, но и дадут вдохновение для новых идей и увлечений. Мы хотим показать, что космос не такой уж недостижимый, и если приложить усилия, то многое, даже кажущееся поначалу фантастическим, становится возможным.

Глава 1

Орбиты, инерция и гравитация

Тише едешь – дальше будешь.
Пословица

В космосе нет ничего необычного. Законы природы на то и законы, что выполняются везде. Однако происходящее с космонавтом или спутником на орбите будет отличаться от того, к чему мы привыкли на Земле.

Первое – в космосе правит инерция. Тело будет двигаться с постоянной скоростью, пока на него не подействуют другие силы. На Земле этот принцип тоже работает, но мы обычно его не замечаем. Если мы что-то бросили, разогнали или сдвинули, оно будет потихоньку останавливаться, замедляться. На Земле на нас постоянно действует множество сил: трение о воздух, о землю, сила тяжести, сила реакции опоры, сила упругости и так далее. В космосе подобных явлений гораздо меньше, и поэтому инерцию прекрасно видно. Даже если совсем немного воздействовать на космонавта, например, легким касанием, он начнет двигаться и может улететь на любое расстояние, хоть на миллион, хоть на миллиард километров, пока его что-то не остановит. Причем инерция работает как снаружи, так и внутри космического корабля.

Сколько космонавты упустили предметов в космосе – не сосчитать. Началось все с обычного карандаша, которым Юрий Гагарин должен был вести записи в бортовом журнале. Первый космонавт планеты сделал вывод, что на орбите все нужно крепить. Сейчас у каждого космического приспособления есть способы фиксации – липучки, карабины, винты.

Но все еще есть трудности с крошащимися и жидкими материалами. Показательным примером стал полет американского астронавта № 6 Гордона Купера на корабле «Меркурий-Атлас-9». При попытке приготовить еду он случайно разлил большую часть отведенной на это воды. Капельки разлетелись по кораблю. Первое время все было спокойно, но через пятнадцать часов друг за другом стали отказывать приборы. Вероятно, до них постепенно добиралась вода и вызывала короткое замыкание. Сначала в невесомости сработал датчик перегрузки, затем сломался механизм охлаждения скафандра, что могло привести к перегреву астронавта, потом началась избыточная подача кислорода и рост давления, далее закоротило систему ориентации корабля. Астронавт оставался на удивление спокойным и, несмотря на реальную угрозу жизни, выполнил все предписания и вернулся на Землю. Позднее технологию подачи воды усовершенствовали: стали использовать специальные пакеты с клапанами и знаменитые тубики. Также были добавлены насосы и сушильные системы, которые должны были собирать случайно разлетевшуюся воду.

Буквально в следующем после этого случая полете астронавты допустили похожую ошибку. На американском корабле «Джемини-3» почти сразу после старта пилот корабля Джон Янг достал провезенный контрабандой сэндвич и предложил его капитану Вирджилю Гриссому. Тот откусил кусочек, но сразу заметил, что по станции стали разлетаться крошки, которые могли попасть в приборы или в дыхательные пути. Вспомнив предыдущий полет и его проблемы, астронавты спрятали еду. Сегодня, чтобы не было крошек, хлеб пекут маленькими буханочками размером с конфетку, «на один укус». В таком виде не нужно ничего резать и откусывать, поскольку весь «батон» помещается во рту. Второй вариант – использовать лепешки вместо буханок. Они тонкие, и на срезе крошки практически не образуются. Особые неприятности возникают, когда отказывает насос ассенизационного устройства – туалета.



Космический хлеб

Были проблемы и серьезнее. В 1955 году инженеры проводили испытательные полеты баллистической геофизической ракеты Р-1Е на большую высоту. Внутри в специальном контейнере с парашютом находились тележки с собаками Лисой и Бульбой. Вскоре после старта Р-1Е сбилась с курса. Автоматически включились стабилизационные рули, которые должны были выправить траекторию движения. При этом ракета резко изменила положение, а тележки с собаками, по инерции продолжив движение, пробили корпус и вылетели из контейнера.

Р-1 – простая ракета, которая состоит из двигателя, топ-

ливных баков и контейнера с оборудованием. Предельная высота полета груза в 150 кг составляет 110–120 км, а скорость – не более 2 км/с. Для более амбициозных задач необходимо использовать дополнительные отделяемые части – ступени. Ступень – это, по сути, отдельная ракета. Когда в ней заканчивается топливо, она отделяется, а следующая начинает работу.

Нижняя ступень при этом пустая и легкая, а верхняя – тяжелая. По инерции первая может догнать вторую и протаранить ее. Нужно точно рассчитать время разъединения и мощность двигателя. Практически у каждого типа многоступенчатой ракеты на начальном этапе эксплуатации был аварийный пуск, где данный сценарий реализовывался. Ошибки могут быть разные. Так, например, при пуске американского «Авангарда» в 1958 году двигатель второй ступени включился слишком поздно, а у частного «Фалкона-1» двигатель первой ступени оказался более мощным, чем предполагалось. У российского «Союза» в 2018 году не сработала система отвода корабля в сторону и т. д.

Даже если при пуске ракеты все прошло успешно, проблемы могут возникнуть у корабля уже в космосе. В безвоздушном пространстве нет других способов затормозить, кроме как использовать двигатель. Если с ним что-то не так, проблемы обеспечены.

Первого космонавта Юрия Гагарина баллистики намечали запустить на очень низкую орбиту, туда, где есть остат-

ки разреженной атмосферы. Если бы вдруг двигатель для посадки отказал, то за счет сопротивления корабль Гагарина мог затормозиться в течение десяти дней и вернуться на Землю сам. Однако была допущена ошибка в расчете длительности работы двигателя при взлете. Юрий Алексеевич оказался дальше от Земли, чем планировалось. На такой высоте по инерции без двигателя он пролетал бы около двух месяцев, а еды и воды у космонавта было только на десять дней. К счастью, все обошлось, двигатель сработал, и космонавт вернулся.

А вот у двух собак Пчелки и Мушки, которых отправили в полет за полгода до Гагарина, все закончилось плохо. Старт прошел успешно, но при посадке двигатель сработал чуть хуже, чем требовалось. Продолжая двигаться по инерции, корабль перелетел территорию СССР. Чтобы новейшие технологии не достались другим странам, на аппарате была предусмотрена на такой случай система самоуничтожения (автоподрыва). Она и сработала в процессе полета.

Так же перелетели за пределы нашей страны космонавты Владимир Ляхов и Абдул Ахад Моманд при попытке планового приземления на корабле «Союз ТМ-5» в 1988 году. От спускаемого аппарата корабля при подготовке к посадке был отделен бытовой отсек. Эта часть не приспособлена для возвращения на Землю, но именно там располагается всё жизненно необходимое в космическом пространстве: туалет, вода, еда, устройство стыковки и т. д. Затем включился дви-

гатель посадки, но произошло это слишком поздно. Космонавты, увидев неладное, сразу его отключили. Теперь, чтобы приземлиться в нужном месте, требовалось прождать больше суток, пока положение корабля относительно Земли не повторится. Проблема же оказалась в том, что у космонавтов ничего не было для жизни, только воздух, но они справились, проявив хладнокровие и выдержку.

С инерцией связана и забавная история. Ее рассказал в своей книге космонавт Георгий Гречко. Этот случай больше похож на байку, но весьма познавательную. Так вот, под видом лекарства с элеутерококком на борт станции «Салют-6» в достаточно большой фляге был доставлен коньяк. Георгий Гречко и Юрий Романенко нашли его. Алкоголь в космосе строжайшим образом запрещен, так что это была контрабанда. Космонавты потихонечку стали его пить – по паре капель перед сном. Правда, употребить удалось только половину фляги. В невесомости коньяк вспенился. Вытянуть его, как сок из трубочки, уже не получалось. Космонавты вернулись на Землю, так и не опустошив сосуд до конца. На смену прибыли Ковалёнок и Иванченков. Они флягу тоже нашли, но придумали, как ее допить, чем сильно удивили предыдущий экипаж, когда рассказали, как это было сделано. Один из космонавтов медленно подлетал к краю станции, сжимая горлышко губами. Второй резко толкал его в противоположном направлении. Космонавт и фляга начинали двигаться в другую сторону, а коньяк по инерции вылетал прямо в рот.

Можно уверенно сказать – инерция правит бал в космосе. Любой маневр, поворот, стыковка, любое, даже незначительное, действие требует учета инерции. Мы ее вспомним еще не раз.

Второе действующее лицо на космическом балу и главный партнер инерции – гравитация. Да, она там есть и нигде не исчезает. Часто можно услышать неверные утверждения, что орбитальные станции не подвержены влиянию гравитации. Они так далеко летают от ее источника, от Земли, что сила всемирного тяготения ослабевает и пропадает. И у этих утверждений есть даже доводы: космонавты легким движением мизинчика перемещают многотонные предметы, и к тому же сами не падают на Землю. Но в реальности гравитация есть, причем там, где летают космонавты, ее сила практически не отличается от той, что действует на людей и предметы на поверхности Земли.

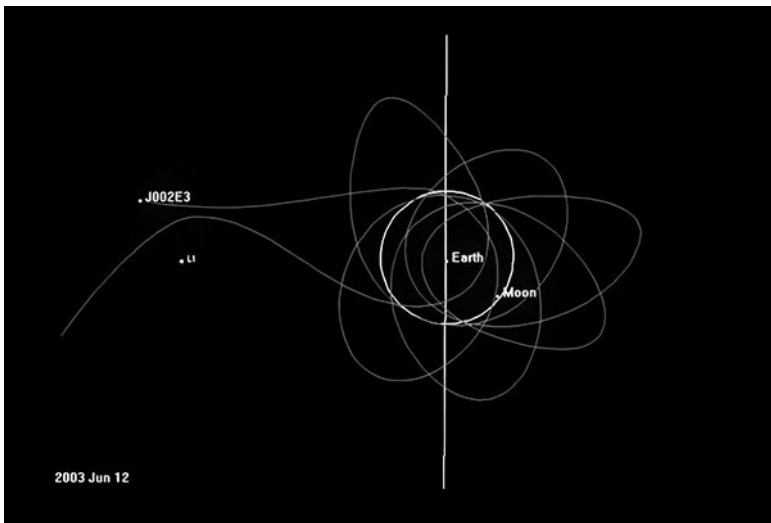
Космонавты не падают из-за скорости. Вернее, они как раз падают все время, постоянно, но благодаря очень быстрому движению от Земли не приближаются к ней. Из-за инерции и многотонные грузы легко перемещаются даже от небольшого толчка. Сами предметы не падают, потому что быстро двигаются, точно так же как космонавты и космические корабли.

Важно, что космические аппараты двигаются по круговым или эллиптическим орбитам. При таком вращении гравитационные силы уравновешиваются центробежными. Если

бы мы летели от Земли строго вверх (перпендикулярно) без ускорения (без включенных двигателей), то наша скорость из-за притяжения все время бы падала. Однако чем больше эта скорость была изначально, тем дальше можно было бы пролететь. Сила гравитации зависит и от расстояния. Чем дальше улетим от Земли, тем слабее нас будет притягивать (но все-таки будет). Если начальная скорость космического объекта очень большая, то он может улететь от Земли и никогда не вернуться. Для этого нужно, чтобы сила притяжения убывала быстрее, чем уменьшалась скорость объекта. На Земле при старте с ее поверхности минимальная скорость для безвозвратного покидания равна 11,2 км/с и называется второй космической.

Первой такую скорость набрала автоматическая межпланетная станция «Луна-1», которую СССР запустил 2 января 1959 года. Ошибки в этом не было. Аппарат и планировали разогнать так, чтобы он улетел от Земли. Правда, ученым хотелось, чтобы он попал в Луну, но произошел промах, корабль улетел и не вернулся. Тут стоит вспомнить, что помимо Земли есть другие объекты с большой гравитацией: планеты, спутники, звезды. Солнце, например, притягивает куда сильнее нашей родной планеты. «Луна-1» в какой-то момент стала первым искусственным спутником Солнца. Необычной была судьба и третьей ступени ракеты-носителя «Сатурн-5». В 2002 году астрономы обнаружили неизвестный объект, который подлетал к Земле. Его приняли за асте-

роид и даже дали ему имя J002E3. Однако анализ показал, что объект сделан из металлических сплавов и имеет гладкую, отполированную, покрытую краской поверхность. Он явно имел искусственное происхождение. Первая мысль, поразившая исследователей, – инопланетяне, но потом стало ясно, что состав краски на объекте совпадает с той, которой покрывали ракеты в США. Вычислив скорость и траекторию движения, ученые поняли, что к Земле вернулась часть носителя из американской пилотируемой лунной программы «Аполлон». В 1971 году в рамках миссии «Аполлон-12» третья ступень ракеты-носителя «Сатурн-5» разогнала корабль до второй космической скорости и отделилась за ненадобностью. Так как ее функция была выполнена, за ней никто не следил, и она улетела от Земли. Став спутником Солнца, ступень летала по орбите, расположенной близко от земной, пока в 2002 году снова не встретила нашу планету. Земля гравитацией уменьшила скорость «астероида» J002E3 и ненадолго сделала его своим спутником. Он вращался вокруг планеты, пока Солнце мощным притяжением снова не разогнало бывшую ступень и не приблизило к себе.



Орбита J002E3. NASA

В этой истории мы упомянули, что космические аппараты вращаются вокруг планеты, а не летают по прямой.

Если аппараты будут двигаться по орбите в виде круга или эллипса, то они смогут не падать на Землю, развивая так называемую первую космическую скорость.

Представим, что некое тело, например камень, летит по прямой, перпендикулярно поверхности планеты, на которой есть сквозное отверстие. У этой планеты нет атмосферы и других причин замедляться. Мы бросили камень вверх со скоростью ниже второй космической. Он будет улетать и постепенно тормозиться, пока его скорость не станет равна ну-

лю. В какой-то момент камень остановится и, влекомый гравитацией, начнет падать. Сначала медленно, потом все быстрее и быстрее. У самой земли камень будет иметь ту же скорость, с которой мы его бросили. В реальной жизни он встретился бы в этот момент с грунтовой поверхностью и разбился, но у нас вымышленный мир с отверстием в планете, куда камень продолжит падать, двигаясь к центру. И вот он пролетел центр и за счет своей вновь набранной огромной скорости начинает от него удаляться и затем тормозиться.

Камень уже с другой стороны планеты поднимется на ту же максимальную высоту, что при подбрасывании в начале. Там его скорость снова станет равна нулю. Камень начнет опять падать и разгоняться. Он быстро пролетит центр планеты, вновь начнет от нее улетать и потом опять тормозиться. И так до бесконечности – падаем и разгоняемся, улетаем и тормозимся. А теперь будем бросать не вверх, а в сторону, параллельно горизонту.

По сути, будет происходить то же самое, только камень будет пролетать некоторое расстояние вбок. Чем сильнее мы бросаем, тем дальше предмет пролетает, пока не успеет упасть. При изначальной скорости в 7,9 км/с за время падения к центру Земли камень сможет преодолеть расстояние, равное радиусу планеты, и пролететь мимо, не врезавшись в ее поверхность. Правда, тогда Земля для камня будет с другой стороны. Он устремится к ней за счет гравитации, но пока будет лететь «вбок» к планете, успеет преодо-

леть еще один радиус Земли. Ведь за то время, когда он падал «вниз», успел скорость набрать, но потерял изначальную скорость «вбок». Пока второй радиус Земли преодолевается, скорость «вбок» растет, а вниз – убывает. И так по кругу. Камень постоянно падает, постоянно скорость теряет в одном направлении и увеличивает в другом, а расстояние от планеты при этом не меняется. Суммарная скорость во всех направлениях тоже не меняется.

Вот такой полет по кругу со скоростью не менее 7,9 км/с и называется космическим орбитальным полетом, а сама скорость – первой космической. Траектория движения тела называется орбитой. Причем направление движения спутника и направление скорости должно проходить по касательной к поверхности Земли. В истории космонавтики несколько раз не получалось разогнать ракеты в нужном направлении с достаточной скоростью. Тогда одна за одной шли ошибки, и исправлять их не было возможности, поскольку посадки производилась в незапланированных местах.

В 1960 году после Белки и Стрелки ученые собирались запустить на орбиту еще двух собак – Жульку и Жемчужину. Однако на последнем этапе разгона ракеты-носителя «Восток» из-за поломки двигателя третьей ступени корабль отклонился от курса и полетел не вбок, а вверх. Он достиг высоты в 214 км и оказался за пределами плотной атмосферы. Но скорость была задана не в том направлении, и стало ясно, что корабль с собаками на орбиту не выйдет и очень ско-

ро упадет на Землю. Аварийная система включила отделение спускаемого аппарата для безопасного приземления животных. В программу спуска входило падение на парашюте в герметичном отсеке корабля, а затем на высоте в 7 км – катапультирование отдельных, уже негерметичных, контейнеров. Посадка произошла в густой тайге на крайнем севере. В тот день на улице температура была -40°C . Поиск собак из-за сложных условий затянулся на двое суток, и с четвероногими уже попрощались. Привязанные к контейнерам собаки не смогли бы куда-то убежать, а в неотапливаемом контейнере при такой температуре шансов выжить у них не было. Но на третий день, как это ни удивительно, собак нашли живыми. Оказалось, произошла еще одна ошибка. И очень кстати. Не сработала катапульта, и собаки остались в герметичном спускаемом аппарате, куда не проходил холодный воздух.

Меньше повезло макаке Скэтбэк. В 1961 году в США проводился испытательный старт ракеты-носителя «Атлас-Е» с обезьяной в катапультируемом контейнере. Главная цель полета состояла в испытании системы аварийного спасения. На этот раз пуск был удачным, но ошибка закралась в направлении срабатывания катапульти. Капсула с макакой приводнилась где-то в Тихом океане. В предполагаемом месте посадки Скэтбэка так и не нашли. Вероятно, контейнер вместе с обезьяной утонул.

Другой случай произошел с космонавтами Василем Лазаревым и Олегом Макаровым. В процессе старта ракеты-но-

сителя «Союз» возникла аварийная ситуация. (Подробнее о причинах будет рассказано в главе «Равновесие».) Курс сильно изменился, и система аварийного спасения вовремя дала команду на отделение спускаемого аппарата. Техника не подвела, и посадка произошла в горах на границе с Китаем. Выйдя наружу, Лазарев и Макаров прежде всего развели костер, но не потому, что они замерзли. Космонавты решили, что горизонтальная скорость ракеты-носителя была уже велика и из-за этого они улетели в другую страну. По инструкции, если приземление космического корабля будет не на территории СССР, то следует ради сохранения государственной тайны сжечь всю имеющуюся документацию.

Скорость $7,9$ км/с – это минимальная скорость для полета по кругу у поверхности Земли. Но чем дальше мы улетаем от планеты, тем меньше сила ее притяжения. Разумеется, и тем меньше нужна скорость, чтобы вращаться вокруг Земли в отдалении от нее. Чтобы улететь от Земли, сначала нужно выйти на минимальную орбиту, а только потом перелетать еще дальше. Затем добавить скорости, чтобы выйти на эллиптическую орбиту, причем такую, чтобы она пересекалась и с первой низкой, и со второй, более далекой круговой орбитой. При движении ко второй орбите скорость спутника будет падать. К моменту, когда он доберется до нужной высоты по овальной траектории, его скорость будет уже нулевая, и теперь, чтобы не падать назад, нужно разогнаться еще. Вроде бы пока спутник улетал вдаль, мы все время его разгоня-

ли, но на выходе получилась более низкая скорость. Вот такой неочевидный парадокс. Чтобы двигаться быстрее, нужно тормозить, а чтобы двигаться медленнее, нужно ускоряться. Решение этого парадокса простое. Как только мы тормозимся, гравитация нас начинает ускорять, и наоборот, мы пытаемся разогнаться, и Земля тут же стремится вернуть нас к себе.

Этот парадокс не раз приводил к ошибкам. Так, у самого первого космического аппарата, который мог маневрировать и возвращаться на Землю, возникла неожиданная проблема. Это был беспилотный прототип корабля «Восток». В разной литературе он имел название «Спутник-4» или «Корабль-спутник-1». После выполнения своей задачи аппарат включил двигатели, чтобы вернуться на Землю. Однако вместо того, чтобы затормозиться и начать падать, аппарат затормозился, но полетел на более высокую орбиту. В космосе из-за инерции ускорение и торможение – это один и тот же процесс, и только от направления работы двигателя (по ходу или против движения) зависит, что именно у нас получится.

Интересно, что через два года спутник все же упал на Землю, причем на небольшой город Манитэвак в США. Никто не пострадал, а потом на месте падения даже установили табличку, увековечившую этот космический казус.

Более известный случай произошел с первой женщиной-космонавтом Валентиной Терешковой. В полете перед ней стояла задача совершить маневры и симитировать по-

садку. Однако Валентине Владимировне сделать это сразу не удалось. Позднее она рассказала, что, вероятно, система управления была неверно запрограммирована. Вместо торможения последовал разгон и перелет на орбиту еще выше. Правда, инженеры никак слова Терешковой не подтвердили и уверенно заявляли, что управление кораблем работало нормально. Кроме этой проблемы у первой женщины-космонавта были и другие трудности в полете, из-за чего она нарушила несколько инструкций. Главный конструктор С. П. Королёв даже заявил, что больше в космос женщин запускать не будет, и свое обещание сдержал – в следующий раз женщина отправилась на орбиту уже после его смерти.

Подобные ошибки в полетах допускали и американцы. Корабль «Джемини-4» с астронавтами Эдвардом Уайтом и Джеймсом МакДивиттом на борту должен был после отделения ступени ракеты-носителя «Титан» сблизиться с ней. Первая часть эксперимента была выполнена. Ступень отделилась, корабль находился недалеко, и относительная скорость разлета была небольшая. Однако астронавты к основному заданию приступили не сразу. Ступень оказалась чуть ближе к Земле, чем было запланировано, а значит, скорость стала чуть больше. За несколько минут ступень улетела вперед. Командир МакДивитт решил догнать ее, но при включении двигателя на разгон ситуация только ухудшилась. Собразив, что делает все не так, он начал тормозить. К тому моменту корабль зашел в тень Земли, и астронавты не могли

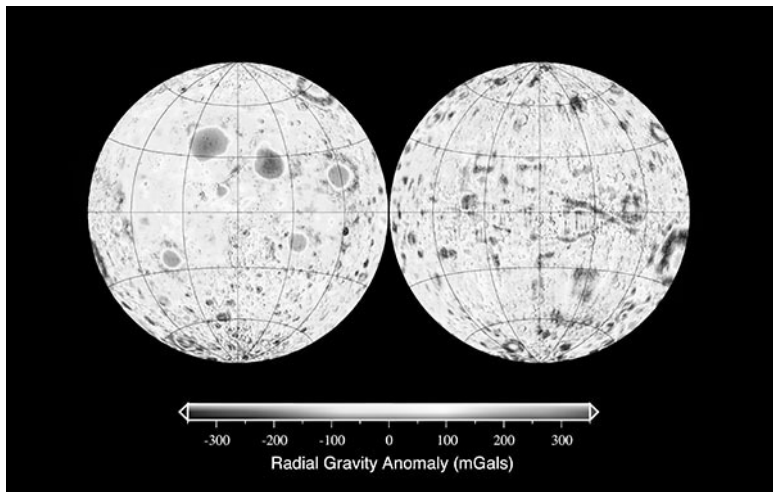
разглядеть свою цель, да еще и расход топлива был непро- стительно большим. В итоге это задание так и не было вы- полнено.

Иногда знание о силе гравитации помогает решить неко- торые проблемы. Так, сила притяжения планет позволяет увеличивать скорость межпланетных аппаратов. Например, зонды «Вояджер-1» и «Вояджер-2» смогли разогнаться за счет падения на Юпитер и Сатурн так, что улетели от Солн- ца в межзвездную среду. Интересен случай с американо-гон- конгским спутником связи AsiaSat 3. При запуске аппарата в 1997 году двигатели разгонного блока смогли вывести аппа- рат на эллиптическую орбиту для перехода на круговую, бо- лее удаленную от Земли. Но когда повторно потребовалось совершить для этого разгон, двигатели проработали одну се- кунду вместо запланированных 130. Естественно, этого бы- ло недостаточно, чтобы выйти на расчетный уровень. AsiaSat 3 отделился от неисправного разгонного блока. На спутнике были собственные двигатели, правда, с куда меньшим запа- сом топлива. Ученые нашли гениальное решение: спутник отправили в совершенно другую сторону – к Луне.

Естественный спутник Земли своим притяжением начал разгонять искусственный. Это помогло значительно сэконо- мить топливо. Хотя аппарат получил достаточную и даже бо́льшую скорость, он стал перемещаться по траектории, на- поминающей восьмерку, – то вокруг Земли, то вокруг Луны, но топливо еще оставалась. В какой-то момент, когда AsiaSat

З двигался к Земле и пролетал мимо нужной орбиты, его слегка затормозили и вывели в расчетную точку.

Также гравитацию сейчас используют для геологических исследований. Разные точки на Земле имеют разную гравитацию. В силу этого спутники меняют свою орбиту, пусть и ненамного. Так что космические аппараты летают не совсем по кругу или эллипсу. Когда спутник летит над залежами тяжелых пород, например металлической руды, он слегка приближается к Земле, и наоборот, когда пролетает над пустотами, удаляется от нее. Для Луны этот эффект также оказался очень заметным и важным. Советская межпланетная станция «Луна-10», первый искусственный спутник Луны, за один оборот отклонялась на полкилометра от рассчитанной траектории. Правда, эта ошибка в расчетах сильно на миссии не сказалась, а как раз позволила открыть необычную особенность – гравитационную неоднородность ночного светила. Позже регионы с повышенной или пониженной силой притяжения стали называть масконами.



Карта гравитационных аномалий Луны. NASA

Американским астронавтам миссии «Аполлон-11» этот эффект немало потрепал нервы. Знаменитый «Орел» с Нилом Армстронгом и Баззом Олдрином смог прилуниться только в 6 км от предполагаемого безопасного места посадки. Астронавты заметно отклонились от плановой траектории, да еще возникли проблемы с компьютером. Удалось сесть буквально на последних 5 % выделенного для этого топлива. Во второй миссии такой опыт учли, и точность посадки составляла уже около 160 м. Так как Луна очень неоднородна, то и впоследствии случались ошибки в расчетах, хотя инженерам была известна суть проблемы. Например,

американский спутник Луны PFS-2 должен был проработать полтора года, но из-за масконов упал уже на 35-й день.

Для расчета околоземных орбит куда более важно учитывать неравномерность распределения массы не в планете, а в спутнике, как искусственном, так и естественном. С Луной, например, уже произошло следующее: она теперь повернута к нашей планете одной стороной. Правда, тут еще играют роль приливы, которые Земля вызывает у своей спутницы. Известно, что Луна образует своим притяжением водяной горб на поверхности нашей планеты. Однако приливное взаимодействие работает и в другую сторону. Гравитация Земли тоже образует на Луне горб, причем из-за большей массы и эффект сильнее. Правда, воды на естественном спутнике нет, но силы было достаточно, чтобы вытянуть всю Луну (в те времена, когда она была молодая и пластичная). Образовавшийся горб на естественном спутнике имеет свое притяжение, и на него тоже действует гравитация Земли. Из-за этой деформации Луна начала замедляться. Этот процесс шел, пока Луна не оказалась повернута одной стороной к Земле.

Такие же проблемы не раз возникали и у ракет. Так, если космический аппарат был плохо сбалансирован, то он начал вращаться. Земля сильнее притягивала к себе его более тяжелую часть. Жидкое топливо в силу различных причин перемещалось в баке. Это приводило к потере баланса и перевороту ракеты-носителя. Так, например, было при втором пуске ракеты-носителя Р-16 в 1960 году. В результате ее вто-

рая ступень потеряла управление и улетела в сторону Китая. Для решения подобной проблемы сейчас повсеместно применяются механические демпферы колебаний жидкости.

Нечто похожее было на орбите у первого американского спутника «Эксплорер-1». Он имел вытянутую форму, напоминающую карандаш, и был снабжен четырьмя гибкими штыревыми антеннами. Вроде никакой жидкости внутри нет и центр масс сбалансирован. Тем не менее «Эксплорер-1» начал кувыркаться. Дело в том, что антенны были гибкие, и при раскрытии они начали по инерции качаться и менять положение космического аппарата. Аналогичное явление наблюдалось в 1967 году при запуске спутника «Космос-142», у которого было пять длинных гибких антенн.

Американский исследовательский астрономический инструмент Spartan-207 представлял собой надувную антенну. Он был запущен астронавтами с борта шаттла «Индевор». Сразу после того как спутник начал автономную работу, надувная часть аппарата стала растягиваться и наполняться газом. Из-за изменения формы центр масс сместился. Началось вращение, правда, со временем гравитация его остановила. Сегодня используется специальная стабилизация с помощью силы тяжести, но только на спутниках, которые должны быть ориентированы на Землю. У них есть небольшой груз на выдвинутой штанге, благодаря которому более тяжелая часть аппарата разворачивается к планете.

Если спутники и приборы всегда чувствуют гравитацию,

то люди в состоянии невесомости – нет. Вес и масса – разные понятия, пусть для обычного человека на Земле они проявляются одинаково. Масса в космосе никуда не пропадает, все предметы по-прежнему притягиваются друг к другу и к Земле. Вес же – это сила, действующая на опору, а так как в космосе опор нет, то и веса нет.

Без опоры сложно понять, где вверх, а где низ, где север, а где юг. Ориентиры в космосе есть – Земля, Солнце, звезды, но они могут быть от человека с любой стороны. Что-то похожее бывает в воде. Человек может плыть и горизонтально, и вертикально. Во время попытки первой в СССР стыковки у космонавта Георгия Берегового возникла связанная с этим серьезная проблема. Ему предстояло совершить стыковку корабля «Союз-3» с беспилотным кораблем «Союз-2». Оба аппарата зашли в тень Земли, и космонавт приступил к сближению. Соединение должно осуществляться при одинаковом положении аппаратов, при котором замки механизма захвата и стягивания могли бы попасть в соответствующие пазы. У стыковочной системы есть две антенны, которые помогают определять курс и положение кораблей. Для автоматического соединения нужно, чтобы антенны одного корабля были направлены к антеннам второго. Если есть отклонения, то включаются двигатели для поворота. Георгий Береговой управлял своим «Союзом» вручную и не заметил, что его корабль перевернут относительно другого. На автоматическом «Союзе» система это заметила, но вместо того, чтобы

развернуться вниз, вращаясь по ходу движения, «Союз-2» повернулся поперек. Его стыковочный механизм отвернулся от корабля Берегового. Когда же оба аппарата вышли из тени на свет, космонавт заметил свою ошибку, но было уже поздно. Топлива для маневров не осталось. После этого всем космонавтам предписано было стыковаться только на дневной, освещенной стороне орбиты.

Глава 2

Температура

– Товарищи солдаты! Перед вами новый, секретный образец танка. Его броня способна выдержать температуру от -500 до $+500$ градусов по Цельсию...

– Товарищ майор! Температуры ниже -273 градусов по Цельсию не бывает! Ученые не знают таких температур!

– Повторяю: танк СЕКРЕТНЫЙ! Ученые могут и не знать!

Анекдот

В космосе холодно – чаще всего люди думают именно так, но это неверно. Температура – мера средней энергии движения молекул вещества, так что в космосе ее быть не может. Энергию в безвоздушном пространстве невозможно измерить, так как атомов и молекул там почти нет. Однако у космического аппарата в полете температура будет, и определяется она по энергии излучения. Солнце излучает свет, а все предметы в космосе поглощают его и при этом нагреваются. И, конечно, все предметы, которые имеют температуру, тоже светятся в разных диапазонах спектра, отдают энергию и остывают.

Ошибки, связанные с неверными расчетами температуры,

появились уже при запуске второго спутника, на борту которого находилась первая пассажирка – собачка по кличке Лайка. Многие знают эту трагическую историю и считают, что сам полет в принципе являлся большой ошибкой. Спутник не был оборудован никакими системами посадки, даже не было парашюта. Лайка была обречена с самого начала. Были в полете и незапланированные технические проблемы. Предполагалось, что собака проживет в космосе десять дней, и в течение этого времени ученые будут следить за изменениями в организме в условиях невесомости. Однако температура в кабине стала медленно нарастать, и уже на седьмом часу полета Лайка погибла.

Как уже было сказано, в космосе под действием солнечного света космические корабли нагреваются. Представьте, что вы летом сидите внутри машины без окон и дверей под палящими лучами. Конечно, когда спутник движется в тени Земли, он начинает охлаждаться. Чтобы температура была в норме, нужно держать баланс. У Лайки на борту никаких активных систем контроля температуры не было, только небольшой вентилятор. Кроме того, второй спутник вышел на такую орбиту, что в тень от Земли он попадал на гораздо меньший промежуток времени, чем находился на Солнце. Третий момент был связан с размерами. Спутник был небольшого размера, и все необходимое оборудование в него не влезало. Чтобы сэкономить место, некоторые системы были размещены в ступени ракеты-носителя, которую от спут-

ника конструкторы решили не отделять. В итоге в космосе летал здоровенный 31-метровый цилиндр. Чем больше объект, тем больше на него будет падать света, тем быстрее он будет нагреваться. Три этих момента привели к тому, что температура в кабине, где находилась Лайка, быстро росла и не успевала снижаться до комфортного уровня. В результате собака погибла от перегрева. Конечно, она не выжила бы в любом случае, но эти ошибки приблизили ее гибель. Зато уже третий и последующие советские спутники имели специальные радиаторы, активную систему охлаждения, для них рассчитывались температурные нагрузки с учетом орбиты и размера аппарата.

Четвертый советский аппарат на орбите получил имя Корабль-спутник. Он уже умел поворачиваться к планете и Солнцу разными боками. Кроме того, входящая в его состав кабина, так называемый спускаемый аппарат, могла возвращаться на Землю. На борту имелись небольшие двигатели ориентации и тормозной двигатель для схода с орбиты. Положение в пространстве определялось по солнечному датчику и датчику горизонта. Оба работали с помощью света. В приборе был набор небольших окошек с разных сторон. В какое окошечко проходил свет – с той стороны Солнце. Датчик горизонта Земли работал по тому же принципу, но реагировал не на оптическое излучение, а на инфракрасное тепловое от Земли. Вот только этот прибор забыли защитить от перегрева. Вроде бы датчик был небольшой и не мог на-

греться так, чтобы выйти из строя. И действительно прибор работал, но возник неожиданный эффект. Нагретая боковая стенка датчика горизонта, как любой нагретый предмет, стала сама светиться инфракрасным излучением. Чувствительный элемент в приборе решил, что это свет от Земли, и выдал команду на включение двигателей. Однако Земли с той стороны не было. Вместо того чтобы вернуться на планету, Корабль-спутник отлетел от нее.

Охлаждение тоже порой сильно мешает. Так, первая попытка развернуть на орбите активный спутник-ретранслятор провалилась из-за замерзания. Этот космический аппарат получил имя «Молния». Спутнику связи требовалось значительное количество солнечных батарей для выработки электрического тока под приемные и передающие устройства. Солнечные батареи разворачивались веером во все стороны. Только конструкция была такова, что провод от главного инструмента – антенны – всегда находился в тени. Гибкая на Земле изоляция из поливинилхлорида в космосе замерзла и затвердела. При попытке разворачивания антенны провод стал фиксатором и не позволил ей сдвинуться с места.

Первый аппарат, который должен был полететь на Венеру, не смог уйти с орбиты Земли. Его прозвали Тяжелым спутником, чтобы скрыть основное назначение аппарата и выдать неудачу за успех.

Причина, по которой аппарат не смог улететь на Венеру, – испарилась смазка электромеханического преобразователя

напряжения. И те части, что должны были поворачиваться, из-за трения не повернулись. Тогда ученым было выдано задание разработать новые смазочные материалы.

Для решения конкретной проблемы преобразователь на дублере поместили в герметичный контейнер. На других аппаратах в качестве смазки использовали легкоплавкие металлы, такие как натрий или литий. При нагреве на солнечной стороне орбиты эти металлы плавятся и образуют тонкую жидкую прослойку для облегчения скольжения. Но это тоже оказалось не лучшим решением, так как при низкой температуре металлы, естественно, находились в твердом состоянии и трение только увеличивали.

В миссии «Джемини-4» был осуществлен выход в открытый космос через специальный люк. Когда же пришло время его закрыть, то у астронавта Джеймса МакДивитта с первого раза это сделать не получилось. Что-то мешало люку закрыться плотно. Только совместными усилиями вместе с Эдвардом Уайтом удалось выходной люк запечатать. Потом, уже на Земле, поняли, что в вакууме из-за нагрева, а потом охлаждения металла сварились вместе витки пружины.

Еще один забавный случай произошел в экспедиции Skylab 3. Астронавты Алан Бин, Оуэн Гэрриотт и Джек Лаусма летели к станции Skylab на корабле Apollo CSM-117. Внезапно они заметили нечто, пролетающее мимо за бортом. Джек Лаусма, который сидел справа ближе всех к иллюминатору, удивленно сообщил: «Я думаю, мимо окна прошел

двигатель... Это выглядело точно как наш двигатель!»

На самом деле это была ледяная пробка. По всей видимости, в трубке, подающей топливо к двигателю, появилась течь. Жидкое горючее просачивалось в космос, налипало на стенки элементов двигателя (в первую очередь сопла) и замерзло. При полете к станции началась подготовка к включению двигателя для маневрирования, и из-за этого кусок льда, повторяющий форму двигателя, оторвался и пролетел мимо астронавтов, изрядно их напугав. В конечном счете позже появилась так называемая твердая смазка из дисульфида молибдена.

Самые высокие тепловые нагрузки на космический аппарат возникают во время вхождения в атмосферу. От трения о воздух при движении на огромной скорости корабли нагреваются до 2000 °С. Для защиты спускаемых аппаратов инженеры используют несколько слоев теплоизолирующего материала под названием асботекстолит. По сути, это ткань, только очень плотная и жаропрочная. Асботекстолит плохо горит и практически не пропускает тепло. Даже если один или два слоя прогорят, это ни на что не повлияет. Для шаттла такой материал не годится, так как кораблям этого типа нужно сохранять вид самолета. Шаттл садится, используя крыло, и потому ему нужна особая аэродинамическая форма. В данном случае днище, крыло и фюзеляж многоуровневого корабля обклеиваются специальной керамической плиткой. Просветы между плитками заполняются теплоизо-

лирующим клеем. Инженеры замечали, что после нескольких полетов американского аппарата плитка отваливается. Конструкторы недосчитывались иногда до трех сотен плиток. Но при этом ресурс тепловой защиты позволял успешно садиться. Затем инженеры восстанавливали плитку, и можно было лететь повторно.

Серьезная ошибка, связанная с температурой, произошла при катастрофе шаттла «Колумбия». Когда он стартовал, специалисты во время запуска обнаружили, что от топливного бака отделился кусочек пеноуретана. Этот материал тоже использовался для тепловой изоляции, но не корабля, а топливного бака. В этом баке хранился жидкий водород при температуре $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чтобы горючее не нагревалось от тепла атмосферы, баки изолируют.

И если бы пеноуретан просто отвалился, ничего страшного бы не произошло, но он попал в левую консоль крыла и сломал на нем теплозащитную плитку. Для дальнейшего полета это было неважно, так как шаттл уже практически вылетел за пределы плотных слоев атмосферы. Однако нужно было еще возвращаться. Несколько специалистов забились тревогой, но руководители программы заверили, что эта ситуация не принесет катастрофических последствий. Как же они ошибались. Запросы на осмотр повреждений были отклонены. К слову сказать, на борту не было возможности починить теплозащиту собственными силами. Технология ремонта шаттла непосредственно в космосе существовала, но

так и не была внедрена и ни разу не использовалась. Тем не менее варианты спасательной операции с использованием другого шаттла или Международной космической станции существовали. Все они были отброшены.

«Колумбия» стала возвращаться на Землю. Всего через пять минут после входа в атмосферу температура кромки крыла выросла до 1500 °С. В месте удара прогорела оболочка, и горячий газ стал проходить в полости внутри крыла. Силовой элемент, который придает крылу жесткость, – лонжерон – прогорел уже через несколько секунд. От набегающего потока воздуха крыло начало разрушаться изнутри. Через минуту стали отваливаться первые куски, а на второй минуте повреждения были уже катастрофическими. Шаттл развалился, большая часть его обломков сгорела, а некоторые разлетелись на сотни километров. На борту было семь астронавтов: Дэвид Браун, Рик Хазбанд, Лорел Кларк, Калпана Чаула, Майкл Андерсон, Уильям МакКул и Илан Рамон. Как нетрудно догадаться, никто не выжил. Семь человеческих жизней – цена одной из самых масштабных аварий в истории космонавтики.

Глава 3

Равновесие

Хочешь жить – умей вертеться.
Поговорка

В этой главе речь пойдет об ошибках в области статики. И тут многие могут задать вопрос – какая статика в космосе? Все школьные задачи из этого раздела физики предполагают наличие опоры, а о каких опорах может идти речь в условиях невесомости?

На самом деле статика – это наука о равновесии, балансе приложенных к телам сил и возникших моментов.

Ключевое понятие здесь – центр масс. Если есть сила, помимо силы притяжения, которая действует на тело не на линии центра масс, то тело получит вращательный момент и начнет крутиться. И это большая проблема для ракет. Двигатель должен создавать тягу вдоль линии центра масс. Это всегда было известно, но некоторые детали при подготовке к полетам все же упускались.

Так, на заре космонавтики инженеры ошиблись насчет того, в какое место ракеты прикрепить двигатель. К примеру, на американской ракете «Нелл» он был сверху. Логика проста – главное, что реактивная сила действовала на линии центра масс, а если двигатель выше него, то полет ракеты

будет более устойчивым. Гравитация в случае чего сама развернет нижнюю часть к земле. Вот только горячие потоки газов, которые выходили из двигателя, стали прожигать корпус и разрушать ракету.

После этого основным местом расположения двигателей стал хвост. Но теперь возник вопрос равновесия. Ракета оказалась подобна качелям. Если одна из сторон тяжелее или на одну из сторон действует сила, то всю конструкцию будет уводить. Хотя это и большая проблема, но она стала и решением вопроса систем управления. Если мы хотим, чтобы ракета повернулась, достаточно подать на одну из ее частей увеличенный поток воздуха, который ее и отклонит.

Серьезные проблемы были у ракеты Н-1. Она разрабатывалась под лунную программу, была огромной (105 м высотой) и тяжелой (1880 т) и получила прозвище Царь-ракета. В ней была предусмотрена работа пяти ступеней, но в итоге даже вторая не запускалась. Как и Царь-пушка не стреляет, а Царь-колокол не звонит, Царь-ракета свое предназначение так ни разу и не выполнила. Дело в том, что для отрыва от Земли такой громадины требовалось минимум 28 двигателей на первой ступени. Это очень много. Гарантировать, что все они будут выдавать необходимую мощность, было нельзя. Если же один из двигателей создаст слишком большую силу, то возникнет разбалансировка. Чтобы решить эту проблему, инженеры добавили к 28 еще два. Если один из двигателей откажет, то выключится тот, что напротив него. Сум-

марная тяга уменьшится, но баланс будет удерживаться.

Во время первого испытательного пуска именно так и произошло. Двенадцатый двигатель от скачка напряжения отключился, и тогда двигателю 24 была дана команда тоже отключиться. Тем не менее, хотя ракету-носитель не начало разворачивать, баланса добиться не удалось. Н-1 стала ходить ходуном – то в одну сторону наклонится, то в другую. От таких колебаний начали рваться шланги топливопроводов, а за этим последовал разлив горючего, которое в свою очередь воспламенилось и привело к взрыву всей ракеты-носителя.

Второй пуск Н-1 отличался незначительно. Почти сразу отключился двигатель номер 8. За ним последовали и остальные. В итоге работающим остался только один, и он начал разворачивать ракету-носитель вдоль продольной оси. В итоге Н-1 упала плашмя прямо на стартовый стол космодрома. Последующий взрыв уничтожил всю стартовую площадку и даже сильно повредил соседнюю. Это происшествие на два года отложило все работы по ракете для пилотируемой лунной программы.

Третий старт – и снова проблемы с балансом сил, но на этот раз не по вине двигателей. Достаточно быстро после старта Н-1 начала крутиться вокруг продольной оси. Поначалу вращение было незначительным, но чем больше проходило времени, тем выше становилась скорость вращения. Масса ракеты-носителя огромна, и потому вернуть на место

центр тяжести стандартным системам не удалось. Более того, раскручивание привело к разрушению креплений первой и второй ступеней. Памятуя о предыдущей ситуации, инженеры внесли изменения в программу работы. Теперь в течение 50 секунд после взлета двигателя не могли выключиться, чтобы успеть увести ракету-носитель от стартовой площадки. Интересно, что при первом пуске в момент, когда функционировало только 28 двигателей (без № 12 и № 24), раскручивающей силы не было.

Тем временем в США начал набирать популярность проект, сулящий инженерам большие проблемы в области статики: «Спейс Шаттл». Он представляет собой космический аппарат в виде самолета с реактивными двигателями, тяжелыми топливными баками, прикрепленными к днищу, и твердотопливными ускорителями по бокам. Даже если сбалансировать такую систему, то после старта топливо будет уходить из баков, они станут легче, а из-за этого сместится центр масс. Система начнет заваливаться примерно так, как человек, несущий на спине слишком тяжелый рюкзак. У обычных ракет такая проблема, разумеется, тоже может возникнуть. Чтобы ее избежать, их конструкция представляет собой цилиндр или конус (тело вращения) и имеет осевую симметрию. Центр масс в таком случае при истечении топлива будет только опускаться, но оставаться примерно на одной вертикальной линии. Баланс будет сохраняться. У шаттла нет полной симметрии, и реализовать эту простую идею

не получится в принципе. У советского шаттла – корабля «Буран» – была похожая конструкция и похожая проблема. Центр масс в полете будет смещаться и выводить из равновесия всю систему.



Макет корабля «Буран»

Для решения проблемы инженеры изготовили двигатели подвижными. Они могли менять направление тяги. Также в конструкцию в хвостовой части был включен так называемый балансировочный щиток.

Главное отличие советского многоразового космического

аппарата от его американского собрата – маршевые двигатели. В проекте «Буран» они размещены не на самом корабле, а на ракете-носителе «Энергия». Проблема с балансом произошла как раз при ее старте, но с другим космическим аппаратом – «Скиф-ДМ», который более известен под названием «Полюс». При взлете полезный груз перевесил, и «Энергия» немного завалилась. Это было скорректировано, и ракета-носитель со своим грузом на орбиту все-таки вышла, но на стартовой площадке возникли большие проблемы. Струя от двигателя после отклонения ракеты оказалась направлена не в специальный газоотводный лоток, а в сторону других важных элементов стартового комплекса. Так, например, горячий поток из двигателей своим давлением выбил огромную трехтонную герметичную дверь и создал немалые разрушения.

Интересно, что этого можно было избежать благодаря предложенной инженерами системе сопровождения, от которой все-таки отказались. Она была разработана для предотвращения заваливания ракеты-носителя из-за ветра. Так как воздушный поток должен иметь огромную силу, чтобы сдвинуть многотонную ракету, а шквалистых порывов не предвиделось, это устройство было убрано. Инженеры боялись, что механизм фиксации слишком сложен, и если в нем есть дефект, то неисправный держатель будет мешать пуску.

Опасения были обоснованными, так как в США как раз использовались подобные устройства и их поломки неодно-

кратно происходили как с шаттлами, так и со стандартными ракетами-носителями. Крепление к стартовому комплексу было жестким с применением специальных взрывающихся болтов – пироболтов. Они держали ракету-носитель, не давая ей упасть. Во время пуска по команде пироболты должны были разрываться и тем самым освобождать ракету-носитель от стартового стола. Достаточно часто они не срабатывали.

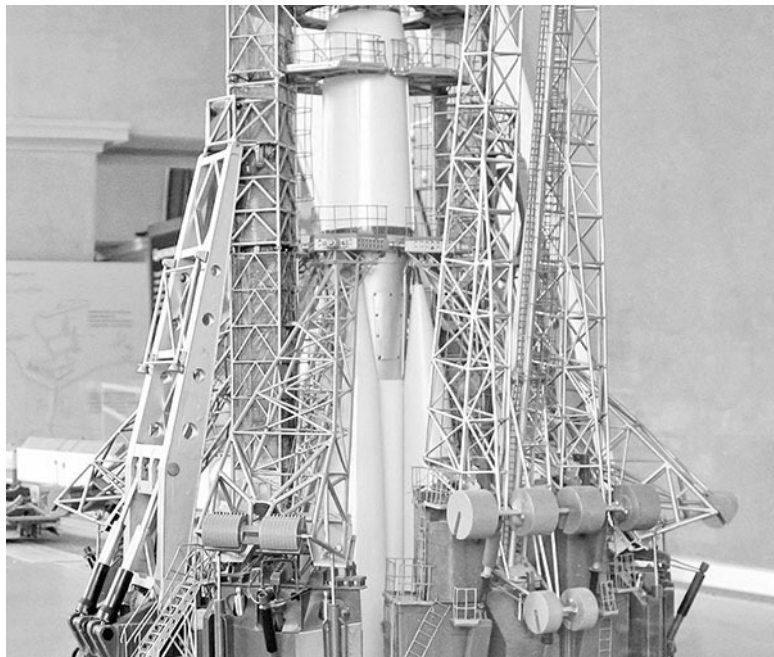
Правда, к проблемам на старте это не приводило, так как ни один болт не смог бы удержать мощь рвущейся в небо ракеты и удержать ее. Однако при этом крепления вырывались с корнем, и их потом необходимо было восстанавливать.

В СССР для фиксации других ракет-носителей семейства Р-7 на стартовой площадке была разработана система «Тюльпан», которая используется по сей день. Она применяется для решения проблемы с балансом и представляет собой нечто напоминающее качели. Точка опоры с шарнирным механизмом, с одной стороны – стрела с полукруглым держателем, а с другой стороны – тяжелый груз-балансир.

Таких опор четыре штуки. Когда ракету-носитель устанавливают на эти конструкции, сама ракета своим весом прижимает их к себе, а они удерживают ее, не давая наклониться. Когда же двигатели набрали достаточно мощности, чтобы ракета не нуждалась в опоре, нагрузка со стрелы снимается, а тяжелый груз с другой стороны перевешивает и отклоняет опоры от ракеты. Действие напоминает раскрытие

лепестков цветка, что и дало системе название «Тюльпан».

Однажды представители США оказались на космодроме Байконур и очень интересовались, как советским инженерам удалось добиться синхронного одномоментного отделения опор. Как видите, все просто: «Тюльпан» – полностью механическая система с минимумом деталей, которая работает на третьем законе Ньютона. Он гласит: сила действия равна силе противодействия.



Часть макета стартовой площадки космодрома Байконур с системой «Тюльпан»

Законы статики были применены и для решения других проблем космических аппаратов, не только при взлете, но и при посадке. Для пилотируемой лунной миссии разрабатывался посадочный модуль корабля. На Луне работают те же, что и на Земле, принципы и законы равновесия, так что их приходилось учитывать.

Для уменьшения объема и массы лунного модуля инженеры хотели сделать его с прямыми опорами по ширине космического корабля. Однако при проектировании выяснилось, что если человеку понадобится выходить из кабины, то системы управления и радиосвязи нельзя будет установить равномерно со всех сторон корабля, поскольку одну из стен придется отдать под «дверь». Кроме того, для датчика расстояния, который станет измерять дистанцию сближения с Лунной в ходе посадки, нужно место за этими опорными стойками. В итоге оказалось, что большая масса лунного корабля сосредоточена с одной стороны. Уже во время испытаний на Земле выяснилось, что аппарат опрокидывается, так как одна его часть перевешивает другую. По законам статики тело, находящееся на поверхности, будет устойчивым, если проекция его центра масс оказывается в площади опоры. Соответственно, решение проблемы было простым – изготовить раздвижные стойки, чтобы центр масс не выходил за преде-

лы увеличенной площади опоры. Выводы были сделаны и для лунного скафандра, с которым тоже могла возникнуть проблема опрокидывания, – инженеры спроектировали специальный обруч. У одежды космонавта, чтобы ходить в безвоздушных условиях, должны быть системы жизнеобеспечения. Логично, что они будут располагаться за спиной, словно в рюкзаке туриста. Вот только скафандр для хождения по Луне под названием «Кречет» имеет массу более 100 кг. Конечно, на естественном спутнике Земли сила тяжести меньше в шесть раз, соответственно, и в шесть раз меньше вес, но с учетом того, что сам космонавт тоже будет легче, возник вопрос, не будет ли он опрокидываться. На всякий случай в комплект скафандра был включен большой обруч вокруг пояса, который не дал бы упасть на спину. Вот только советский космонавт в специально оборудованном скафандре на Луне так и не побывал. Зато там были американские астронавты, которые показали, что опасения наших инженеров были не напрасны. Особенно жаловались на трудности с балансом астронавты миссии «Аполлон-15». Они были первыми людьми, что работали на Луне три дня. Кроме того, в их программу входило много экспериментов с геологическими (селенологическими) образцами. Чтобы собрать для этого материал, астронавтам требовалось приседать, из-за чего смещался центр тяжести и нарушалось равновесие.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.