

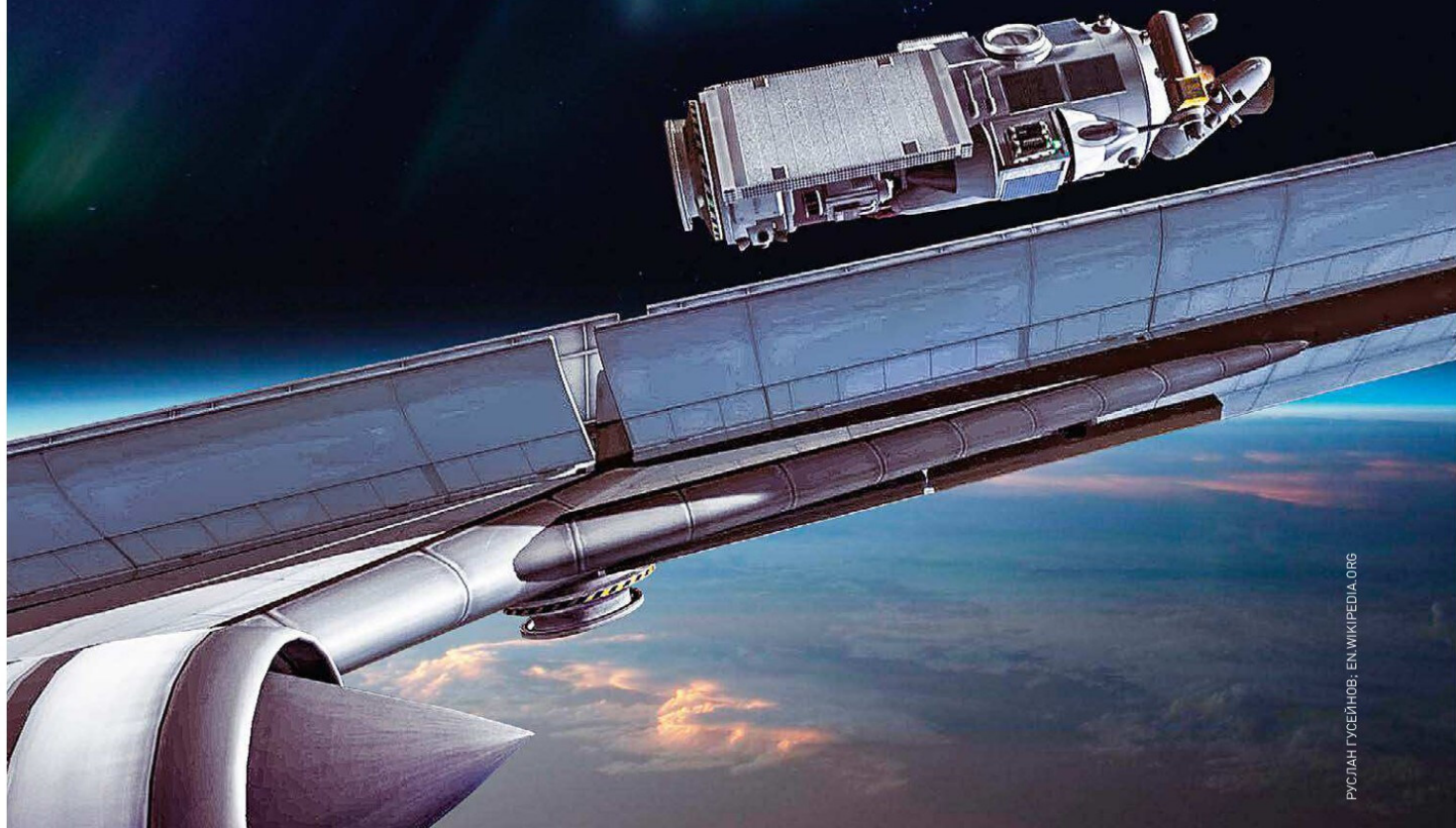
ТЕХНОЛОГИИ

ТЕКСТ:  
ВИТАЛИЙ  
ЕГОРОВ

ВЫВОД  
НА ОРБИТУ

# В К О С М О С

КАК ТОЛЬКО ЧЕЛОВЕК ОСОЗНАЛ, ЧТО МОЖЕТ ПОКИНУТЬ ЗЕМЛЮ ПРИ ПОМОЩИ РАКЕТ, ОН НАЧАЛ ИСКАТЬ СРЕДСТВА ОБОЙТИСЬ БЕЗ НИХ. ИЗ ФАНТАСТИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ЭТИ ИДЕИ ПЕРЕМЕСТИЛИСЬ НА КУЛЬМАНЫ КОНСТРУКТОРОВ.



# Б Е З Р А К Е Т Ы

**А**льтернативная космонавтика развивалась двумя путями: созданием ракетных или неракетных средств выхода на низкую околоземную орбиту и созданием вспомогательных средств, облегчающих ракете достижение космоса. К первым можно отнести гигантские пушки, ядерные взрыволеты, орбитальный лифт, «гиперпетлю»; ко вторым – самолетные и аэростатные старты, ядерный гиперзвуковой «гурколет», электромагнитные и железнодорожные ускорители и т. п.

## ИЗ ПУШКИ НА ЛУНУ

До появления жидкостных ракетных двигателей единственным средством выхода в открытый космос считалась артиллерия. В основополагающем труде Исаака Ньютона «Математические начала натуральной философии» понятие космических скоростей объяснялось с помощью пушки, которая стреляет все дальше и дальше. Хотя уже тогда было понятно, что, даже если гигантскую пушку удастся построить, стартовые перегрузки убьют любой экипаж. В фантастическом произведении Жюль Верна эту проблему удалось решить, но в реальном мире ей нет решения по сей день.

Однако пушка подойдет только для отправки межпланетных или межзвездных зондов, скорость которых превысит вторую или третью космическую. Для запуска околоземных спутников с первой космической скоростью потребуется ракетная ступень, так как орбита выпущенного снаряда будет пролегать через точку старта, и он неминуемо врежется в Землю. Избежать этого можно коррекцией орбиты на космическом отрезке траектории, то есть пушку можно рассматривать только в качестве вспомогательного средства, и совсем без ракет обойтись не удастся.



Попытка реализовать идеи Жюль Верна была предпринята в 1940-е в Третьем рейхе: гигантская пушка, создаваемая по программе «Фау-3», врытая на глубину в сотню метров, конструировалась для обстрела Лондона из Франции. Снаряды должны были преодолевать по 150 км, но стройка на берегу Ла-Манша была уничтожена британской авиацией.

На заре космической эры в 1961–1967 годах пушечные эксперименты продолжились в США. В ходе «Проекта высотных исследований» (High Altitude Research Project, HARP) было создано несколько пушек разного калибра, стреляющих вверх до высоты 180 км. Но из-за очевидных успехов космонавтики и невозможности совершения космических запусков при помощи орудий проект свернули.

Попытка добиться от артиллерии возможностей баллистических ракет была предпринята в Ираке в 1980-е. Руководил проектом американский инженер Джеральд Булл, ранее возглавлявший работу в HARP. Орудие калибром 1 м должно было запускать 600-килограммовый снаряд на 1000 км. Однако до практики дело не дошло: Булл был убит. Недостроенную систему уничтожили американские войска в ходе операции «Буря в пустыне».

В 1990-е в США продолжились эксперименты с пушками, позволяющими достигать околокосмических скоростей. Проект SHARP (Super HARP) на базе лаборатории Лоуренса

в Калифорнии проводил эксперименты с пушкой на легких газах, придающих 5-килограммовому снаряду скорость 3 км/с. Пушки на легких газах – водороде или гелии – действуют по принципу пневматических, только сжимается перед выстрелом не воздух, а газ низкой плотности. Такие пушки, сообщаящие снаряду скорость до 6–7 км/с, используются для моделирования столкновений с метеоритами или космическим мусором. Результатом экспериментов стал проект пушки, способной разгонять снаряд до 11 км/с, но миллиард долларов, требуемый на реализацию этой идеи, выделен не был.

Есть и физические ограничения: так, снаряд должен набрать космическую скорость только за время движения в стволе. Эта скорость должна быть выше орбитальной, чтобы компенсировать торможение в атмосфере. На скорости несколько километров в секунду внешняя поверхность снаряда нагревается за счет трения о воздух и формирования ударной волны. То есть снаряд должен противостоять не только колоссальным динамическим нагрузкам, но и температуре. Впрочем, справиться с аэродинамическим нагревом уже научились при запуске баллистических ракет и космических аппаратов, а вот обойти перегрузки пока не представляется возможным.

Теоретически артиллерийскую систему орбитального запуска лучше всего размещать на море, в виде погружаемого ствола, тогда ее можно было бы перемещать и направлять в любую точку небосвода, не привязываясь к сухопутному лафету. С другой стороны, строительство в горах помогло бы избавиться от части тормозящего воздействия атмосферы. Космическая пушка могла бы выводить на орбиту в промышленных масштабах какие-нибудь простые грузы, вроде стройматериалов или сырья для производства, но пока потребности в таких запусках нет даже в отдаленной перспективе, поэтому и пушки никто не строит.

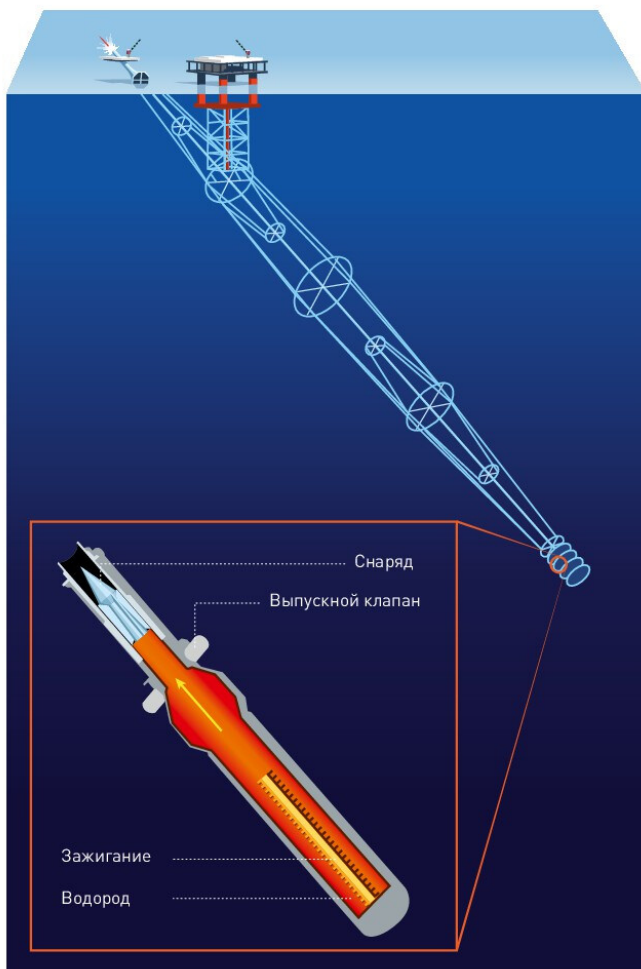
Электромагнитная пушка рассматривается как возможное средство запуска в безвоздушной среде – с орбитальных станций или Луны. Перегрузок не избежать и там, но они будут ниже.

### ОРБИТАЛЬНЫЙ ЛИФТ

Концепцию космического лифта в виде тонкой башни, висящей в небе за счет центробежной силы, изложил еще Константин Циолковский в своем

## ПУШКА

Внутри снаряда, выпущенного из артиллерийского орудия, летали на Луну герои романа Жюль Верна, однако в реальности из-за высоких перегрузок стрельба в космос людьми невозможна. Тем не менее такой способ вывода на орбиту деталей и материалов исключить нельзя. Лучше всего космическую пушку размещать в море.



очерке «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения» в 1895 году. Советский инженер Юрий Арцутанов в 1960 году развил эту идею, предложив опустить с космической станции кабель на Землю. Станция должна вращаться в плоскости экватора на геостационарной орбите на высоте около 36 тыс. км. Еще дальше от Земли должен вращаться противовес, который будет уравнивать всю систему за счет центробежной силы. В роли противовеса можно было бы использовать астероид или еще более массивную станцию, которая подошла бы для запуска межпланетных аппаратов и кораблей.

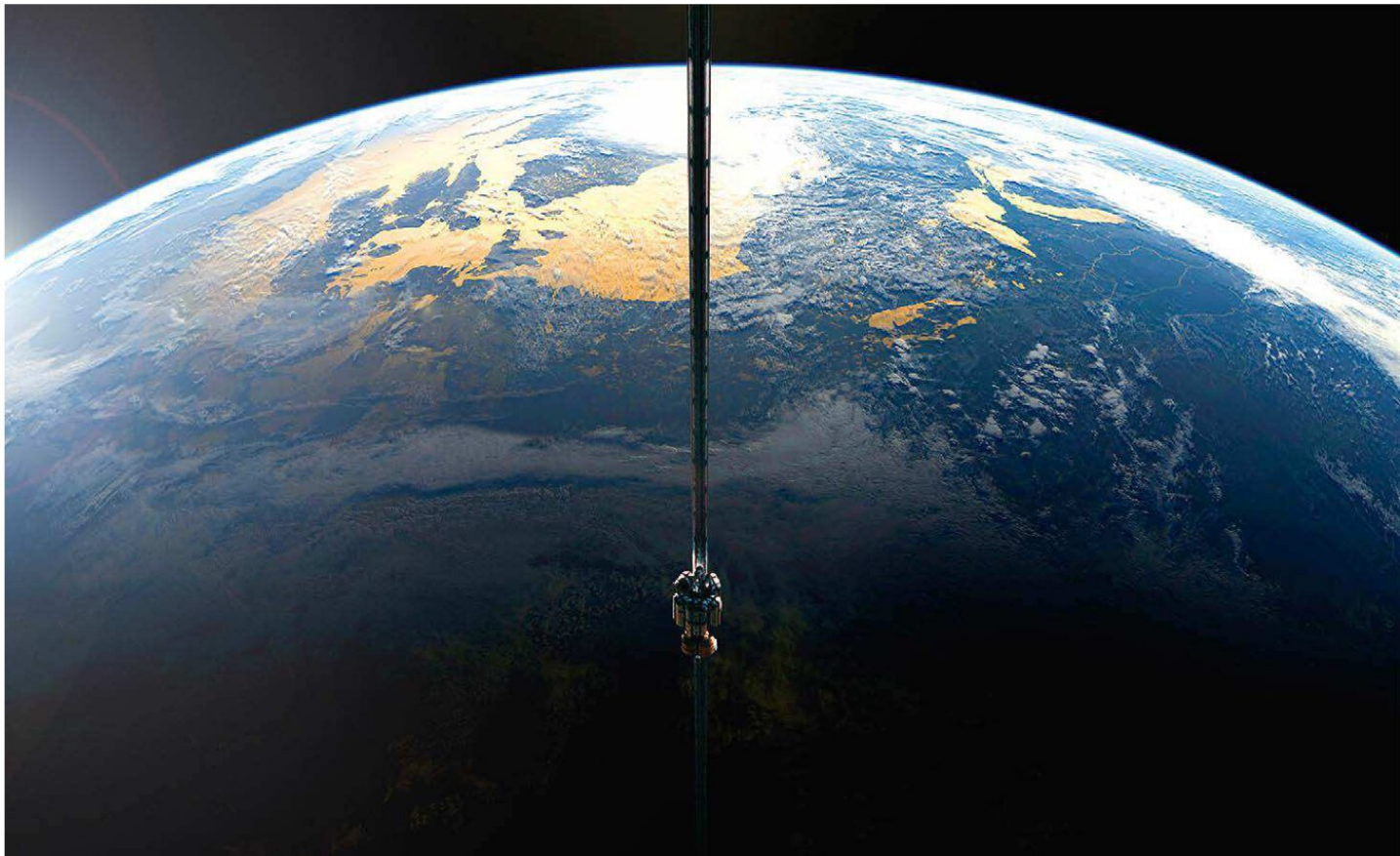
На сегодняшний день главным технологическим препятствием на пути к воплощению этой идеи является отсутствие достаточно прочного материала малой плотности, из которого можно было бы изготовить трос. Трос должен выдерживать собственную массу, геостационарную станцию и противовес. Кроме этого, тросу придется противостоять и динамическим нагрузкам, связанным с перемещением грузов, коррекцией орбиты, силой Кориолиса, давлением солнечного света и гравитационным влиянием Луны, Солнца и планет. Теоретически, требуемой прочностью должны обладать углеродные нанотрубки, хотя пока не создана технология производства трубок достаточного качества и длины.

Следующая задача, приближающая реализацию космического лифта, – разработка подъемника. Поскольку в космическом лифте не предполагается система из нескольких кабелей и тросов, как в обычном лифте, для космоса требуется кабина, способная самостоятельно взбираться по тросу. Энергию для подъема предполагается передавать по самому тросу или с помощью лазерного луча. Такой подъемник можно делать уже сейчас, и с 2006 года в разных странах проводятся конкурсы разработчиков. В 2006–2010 годах такие конкурсы проводились в США при участии NASA, однако потом к ним утратили интерес из-за отсутствия прогресса в создании космического троса. Участники конкурсов сконструировали устройства, способные подниматься со скоростью до 5 м/с. Затем идеи космического лифта подхватили в Японии, Германии и Израиле, где тоже сконцентрировались на работе-подъемнике. Японская строительная компания Obayashi, специализирующаяся на строительстве зданий, мостов и тоннелей, предполагает разработать космический лифт к 2050 году.

Однако создать трос и подъемник – это полдела. Остается еще немало проблем. Например,

## ЛИФТ

Давняя идея Циолковского, Арцутанова и Артура Кларка, возможно, когда-нибудь и воплотится в жизнь, но для этого понадобятся новые материалы, а также потребность постоянно что-то возить на орбиту. Ну и проблеме космического мусора, который может перерезать трос, нельзя сбрасывать со счетов.



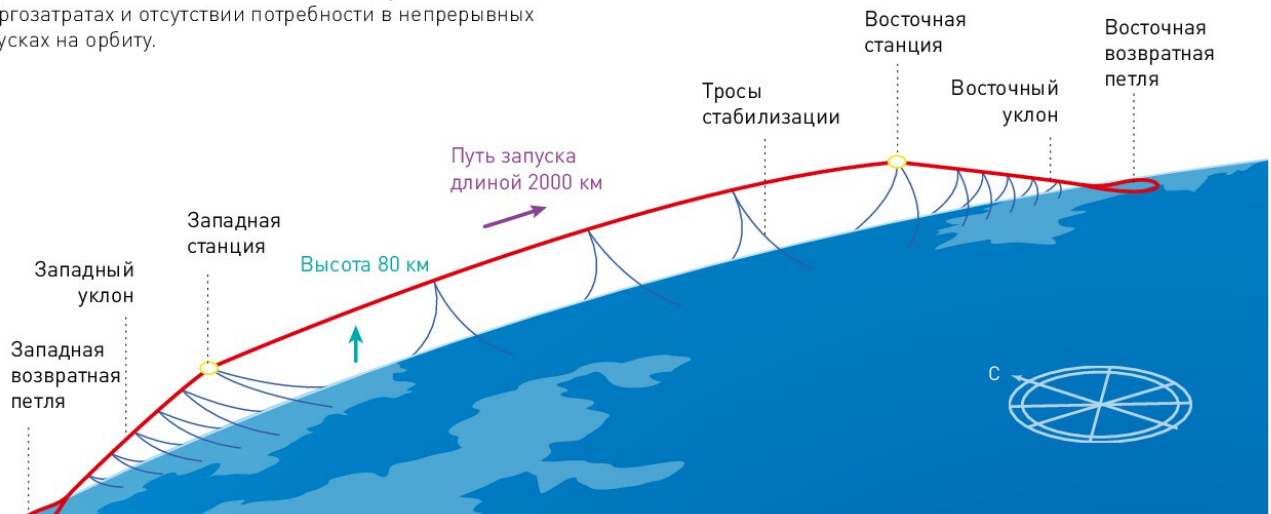
напряженный трос, протянутый через космическое пространство, представляет собой слишком уязвимую мишень для космического мусора. Сейчас в околоземном пространстве летает более полумиллиона фрагментов мусора размером более 1 см со скоростями до 8 км/с. Столкновение на такой скорости даже с небольшим металлическим фрагментом равносильно попаданию броневой снаряда. Расчеты показывают, что при сохранении нынешней плотности космического мусора вероятность столкновения сантиметрового обломка космического мусора с тросом шириной 5 см составляет примерно 1/1000 в сутки, то есть 1 раз в 3 года. Не исключена опасность террористического акта: в арсенале террористов появились дроны.

Не стоит забывать и о космической радиации. Наиболее сильно воздействие радиационных поясов Ван Аллена на высотах от 1000 до 17 000 км именно в плоскости экватора, где придется подниматься лифту. Преодоление нижнего, самого опасного протонного пояса при скорости 100 м/с займет 17 часов. Для сравнения, корабли Apollo, летавшие на Луну, проскакивали его менее чем за 10 минут на скорости 10–11 км/с и старались держаться подальше от плоскости экватора, близкой к эпицентру радиационного пояса.

В конечном счете главной проблемой космического лифта остается его экономическая целесообразность. Пока человечеству просто не требуется такого интенсивного обмена грузами с космосом, который сделал бы рентабельным капитальное строительство лифта – с высокими рисками, огромной стоимостью обслуживания и непонятной перспективой. Возможно, надежда появится при начале активной добычи полезных ископаемых на астероидах или Луне, но пока человечеству не нуждается в этих ресурсах – то же самое есть и на Земле.

## ПЕТЛЯ

В высшей степени гипотетический транспорт для вывода на орбиту космических аппаратов. Аппараты будут закидывать в космос закольцованный шнур, непрерывно движущийся со скоростью 12–14 км/с в магнитном поле. Проблема в высоких энергозатратах и отсутствии потребности в непрерывных запусках на орбиту.



## ПЕТЛЯ ЛОФСТРОМА

Недостатков космической пушки и космолифта лишена конструкция пусковой петли, предложенной инженером Кейтом Лофстромом в 1981 году. Эта идея предполагает использование только существующих и освоенных технологий, в частности электромагнитной левитации (маглева), однако требует постоянного поддержания динамической структуры в движении для сохранения формы.

Основой пусковой петли является закольцованный металлический гибкий кабель, протянутый между двумя станциями на Земле на расстоянии 2 тыс. км. Кабель находится в подвешенном состоянии между кольцевыми магнитами внутри трубы и раскручивается между станциями. За счет момента инерции вращающегося кабеля вся конструкция должна подняться в воздух на высоту 80 км. Направляющие растяжки должны сформировать часть дуги параллельно земной поверхности. Таким образом, получится гигантская арка, позволяющая поднимать грузы над поверхностью Земли в околокосмическое пространство и задавать им ускорение по направляющим, построенным тоже по принципу маглева.

Несмотря на кажущуюся доступность технологий, этот проект еще менее реален, чем космические пушка или лифт. Проблема даже не в начальных инвестициях – по оценкам разработчика, должно хватить 10 млрд долларов, а в расходах на поддержание структуры в работоспособном состоянии. Подобная система требует нескончаемого потока грузов в космическое пространство и высокой надежности, не допускающей и секундного простоя.

Проектов альтернативных средств достижения космоса предложено немало. Однако все они проигрывают ракетам из-за своей сложности и отсутствия реальной потребности в них. Человечеству пока не требуется постоянный грузопоток на сотни тонн в космос и из космоса, а ракеты еще не исчерпали ресурс снижения стоимости.

**ИИМ**