

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ

ВОЛЯ ВСЕЛЕННОЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АСТ
МОСКВА

УДК 53
ББК 22.3
Ц66

Серия «Эксклюзив: Русская классика»

Компьютерный дизайн *А. Чаругиной*

Циолковский, Константин Эдуардович.

Ц66 Воля Вселенной / Циолковский Константин Эдуардович. — Москва : Издательство АСТ, 2022. — 512 с. — (Эксклюзив: Русская классика).

ISBN 978-5-17-112192-1

Ракеты. Орбитальные станции. Космический лифт. Поезда на воздушной подушке. Все эти поразительные идеи зародились в голове простого школьного учителя — К.Э. Циолковского. Он верил, что однажды человечество сможет преодолеть силы тяготения и подняться к звездам. Так и произошло.

Творческое наследие «калужского мудреца» поистине невероятно. С одной стороны, это научные работы с точными расчетами, которые позволили превратить мечту о покорении Вселенной в реальность. А с другой — настоящая «космическая философия», размышления о природе и предназначении человека, устройстве общества и вопросах этики.

УДК 53
ББК 22.3

ISBN 978-5-17-112192-1

© ООО «Издательство АСТ», 2022

ЖИЗНЬ В МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЕ

Пространства кругом Солнца

Громадны пространства вокруг Солнца, там, где блуждают планеты и Земля со своими спутниками. Вообразим сферу, центр которой совпадает с Солнцем и поверхность которой проходит через Землю. Эта поверхность, освещенная внутри отвесными лучами Солнца с такою же силою, как в полдень весною освещается почва на земном экваторе, получает солнечной энергии в 2,2 миллиарда раз больше, чем весь земной шар. Пространства же тут для заселения еще гораздо больше, потому что можно селиться выше и ниже этой сферы, т. е. ближе и дальше от Солнца. На Земле распространение человека кверху и книзу затрудняется тяжестью. Например, в многоэтажных домах нужны лестницы, подъемные машины, нужны очень прочные здания и т. д. В эфире этого нет.

В своих трудах я доказывал, что и в настоящее время можно думать о возможности переселения в эти пространства («Исследование мировых пространств реактивными приборами»). Труднее и бесплоднее достигнуть больших планет. Легко достижимы малые планеты, — так же почти, как и межпланетные пространства. Это оттого, что спуск на них очень легок. Например, на планете с диаметром в 12 километров тяжесть в 1000 раз меньше, чем на Земле. Тело, падая на та-

кую планету, приобретает скорость 11 метров в секунду, удар от нее легко устранить. Достижение планет потому не особенно манит, что там мы потревожим другую жизнь, можем встретить сопротивление, недостаток места, и вообще величина пространства там ничтожна; условия жизни не совсем известны, может быть, неприемлемы человеком. Относительно температур это положительно верно, относительно же атмосфер, почвы и других условий — весьма вероятно. Спуск также крайне затруднителен и требует огромного количества взрывчатых веществ. Наконец, что мы выиграем на этих планетах даже при самых благоприятных условиях? Одни цепи сменим на другие — земные на цепи Марса или Венеры. Мы будем по-прежнему обладать ничтожной долей солнечной энергии и по-прежнему будем скованы безобразной силой тяжести. Только когда потом человек будет могущественным обитателем эфира, придется подумать и о больших планетах.

Примкнем к астероиду

Вокруг Солнца носятся две громадные планеты, шесть средней величины (вроде Земли), 2—3 десятка планетных спутника, около тысячи малых планет — астероидов, с диаметром в несколько сотен или десятков километров, еще больше — невидимых в телескоп планет с диаметром в несколько километров, громадное число еще меньших небесных тел, неисчислимое количество небесных глыб и камней, падающих иногда на Землю в виде аэролитов, или метеоритов, пролетающих атмосферу в виде звездочек и уносящихся далее. Чем меньше размер небесного тела, тем больше этих тел носится в нашей Солнечной системе. Отсюда видно, что, поселившись в эфире, мы не найдем недо-

статка в удободостижимых материалах для строительства жизни, что даже поблизости Земли или ее орбиты есть малые планеты в несколько километров — это видно из того, что атмосферу Земли иногда пролетают таковые даже до 4 километров в диаметре. Нам нет необходимости закабаляться силою тяжести больших планет; мы можем воспользоваться маленькими небесными телами с поперечником в один километр и меньше. На такой планете, при плотности Земли, тяжесть в 12 тысяч раз меньше, чем на Земле. Тело, падающее на такую планету, имеет секундную скорость меньше одного g, и потому соединение с такими планетами совершенно безопасно и не требует жертв. На нее можно прямо прыгнуть с неба, это все равно как прыжок с комнатного порога. Такая малая тяжесть не может быть цепями препятствия для жизни. Материал же подобной планеты громаден. Он составляет, при плотности Земли, около 3 миллиардов тонн. Значит, на каждого человека Земли придется 1,5 тонны, или около 90 пудов, что довольно для потребности человека. Если эту маленькую планету превратить в жилище для людей, растянув в просторный длинный цилиндр, то тяготение его еще уменьшится во множество раз, а внутри цилиндра его совсем не будет. Итак, с гнетом тяжести и недостатком материала в эфирной среде можно не считаться. Но можем пристать и к планете в 100 километров поперечником, масса которой в миллион раз больше предыдущей, а тяжесть в 120 раз меньше земной.

Вещество небесных камней, как и планет, состоит из разных превосходных металлов, газов, необходимых и достаточных для устройства жизни. Они нам дадут и совершенно новые или редкие на земле материалы, так как думаем, что астероиды... сейчас нам недоступны. Мы можем из них построить прозрачные и крепкие

оболочки для сохранения газов, жизни растений и человека. Солнце в эфире так же живительно, как и на Земле. Теплоты не менее. Почему же не жить там, не расселяться, если эфирные пространства там в миллиарды раз обширнее, чем на Земле?

Движение малых тел в Солнечной системе

Движение громадных небесных тел в солнечной системе известно из астрономии. Таково же будет и движение маленьких тел, перенесенных туда человеком. Если, например, вместо нашей Луны будет одно или несколько тел, состоящих из живого или мертвого вещества, то их движение при той же начальной скорости и направлении (какие имеет Луна) ничем почти не будет отличаться от движения Луны. Изменится только чуточку движение Земли и, совсем незаметно, движение планет и Солнца. Действительно, Луна заставляла Землю своим тяготением описывать раз в месяц сравнительно крохотный круг; влияла она весьма мало на движение других небесных тел. Наши же маленькие тела, конечно, по своей массе окажут неизмеримо малое действие на другие тела, которым на практике можно пренебречь. Также и на место каждой планеты можем поставить наши маленькие тела. Если придать им ту же скорость и направление, какую имеет планета, то и движение их будет такое же, как движение заменяемого небесного тела. Устранение планеты особенно большой, разумеется, имело бы значение для других тел солнечной системы. Так, устранение Юпитера заставило бы его шесть спутников сделаться самостоятельными планетами, кружащимися около Солнца. Движения остальных небесных тел очень немного бы изменились.

Но невозможно, да и нет надобности устранять планеты. Наши маленькие тела в почтительном удалении от планет могут безмятежно вращаться вокруг Солнца как заправские планеты. Поближе к планетам эти же тела могут сделаться спутниками планет, маленькими лунами; поблизости лун — они сделаются спутниками лун. Никакого влияния, по своей малой массе, на движение небесных тел солнечной системы они сами иметь не могут. Напротив, их движение всецело будет зависеть от окружающих их громадных тел солнечной системы, от их положения, скорости движения и его направления. Вообще же движение будет такое же, как планетное или кометное. Соппротивление эфира неизвестно, но все ж оно так мало даже для крохотных тел, что его в расчет можно совершенно не принимать. Однако лучше и надежней примкнуть к видимым астероидам.

Допустим, что какое-нибудь тело находится на расстоянии 100 миллионов километров от Солнца, т. е. в полтора раза ближе Земли и в 1,4 раза дальше Венеры. Сообщим ему скорость, перпендикулярную к радиусу, соединяющему это тело с Солнцем, при очень малой или нулевой скорости тело начнет падать к Солнцу и упадет на него через 53 дня. При секундной скорости в 35,4 километра оно будет описывать круг, при меньшей скорости — эллипс, приближающийся к Солнцу, так что он может задеть за поверхность Солнца, при большей — эллипс, удаляющийся от Солнца, какой описывают периодические, т. е. возвращающиеся кометы. При скорости в $\sqrt{2}$ (50 километров) раз большей наши тела совсем не возвращаются к Солнцу, двигаясь по параболической дуге все тише и тише (к нулю), но бесконечно, никогда не останавливаясь; при еще большей скорости, тела двигаются по гиперболической кри-

вой, ветви которой, по мере удаления, все ближе и ближе подходят к прямым линиям и образуют между собою малый или большой угол. Чем больше скорость, тем и угол будет больше.

То же справедливо и для движения относительно всякого другого небесного тела (т. е. не Солнца), если пренебречь влиянием остальных; только скорость будет иная, сообразная притягивающей массе.

Ближе к Солнцу потребная для получения тех же кривых скорость будет больше, дальше от Солнца — меньше. То же и для планет, их спутников и всяких тел.

Например, на расстоянии Земли скорость тела для кругового движения около Солнца близка к 29,5 километра в секунду. Ближе — скорость будет больше, дальше — меньше.

Вообще она обратно пропорциональна квадратному корню из расстояния тела до Солнца. Если, например, тело будет ближе, чем Земля, в 4 раза, то скорость его будет в 2 раза больше, именно 58 километров. Близ самой поверхности Солнца, т. е. ближе Земли в 225 раз, скорость будет в 15 раз больше, т. е. достигнет 435 километров в секунду. Наоборот, на расстоянии вчетверо большем — 14,5 километра, в 9 раз большем — 9,7 километра. Эти расстояния (4 и 9) немного не доходят до Юпитера и Сатурна. На расстоянии ближайшего солнца скорость будет (альфа Центавра) — в 540 раз меньше, или 54 метра в секунду. Скорость у поверхности Земли, для вечного кругового движения, 7,9 километра в секунду, т. е. около 8 километров. При расстоянии в 4, 9, 16 и т. д. раз дальше от центра Земли эта скорость будет в 2, 3, 4 и т. д. раз меньше, т. е. $4, 2^2/3, 2$ километра и т. д., на расстоянии в 64 радиуса Земли, или немного дальше Луны, она будет в 8 раз меньше, т. е. 1 километр в секунду; значит, будет довольно скорости пушечного ядра; на

поверхности Луны круговая секундная скорость составит около 1760 метров (1,8 километра).

На самом большом астероиде, имеющем диаметр 400 километров, где тяжесть на поверхности в 30 раз меньше, круговая скорость у самой поверхности 260 метров в секунду. Вообще круговая скорость у поверхности всех планет, при одной и той же их плотности, пропорциональна радиусу планеты. Так, на планете с диаметром в 120 километров скорость будет в 100 раз меньше, чем у Земли, или 79 метров. На планете в 12 километров она в 1000 раз меньше, т. е. 8 метров. На планете в 1,2 километра она составит только 80 сантиметров в секунду. Все эти скорости должны увеличиваться раза в полтора ($\sqrt{2} \approx 1,41$), чтобы наши маленькие тела вечно удалялись от Солнца, планет или астероидов по параболической дуге. Так, чтобы тело удалилось навеки от поверхности Солнца, его скорость должна быть 14 километров в секунду; от поверхности Земли — немногим более 11 километров, от Луны — 2370 метров в секунду (2,4 километра). На планете же с поперечником в 1 километр эта скорость дойдет до 112 сантиметров в секунду. При еще большей скорости тела будут двигаться по гиперболе, стороны которой тем на больший угол расходятся, чем скорость больше. Так будет при удвоенной, утроенной и т. д. скорости.

Мы в среде кажущегося отсутствия тяжести

Вообразим себя с разными маленькими захваченными нами телами и орудиями, где-нибудь в солнечной системе, подальше или поближе Земли. Все наши тела имеют секундную скорость, близкую к 30 километрам, и потому вращаются вокруг Солнца, как Земля. Расстояние их от Земли и планет настолько велико, что движе-

ние наших тел близко к круговому, и планеты для них как бы не существуют. Мы не чувствуем этого бешеного движения. Мы находимся в безграничной пустыне, которая в миллиарды раз обширнее поверхности Земли. Мы в абсолютной пустоте. Знойно и безостановочно палит Солнце. Бесчисленные звезды и несколько планет можно разглядеть, только отвернувшись от Солнца — несколько минут спустя. Эфирное безгазное пространство нас должно моментально убить; то же обязательно и независимо должно сделать Солнце, лучи которого, не ослабленные и не обезвреженные атмосферой, смертельны. Но допустим, что ни того, ни другого нет, пусть мы остаемся живы. Будем наблюдать все нас окружающее.

Механическое действие небесных тел, их притяжение, силу мы замечать не будем, как бы их масса и притяжение велики ни были. Оно будет иметь влияние на ту кривую, которую мы описываем в солнечной системе, но на наше отношение к нашим маленьким телам никакого действия не окажет. Действительно, силы притяжения всех небесных тел, слагаясь, дают равнодействующую силу. Ввиду отдаленности небесных тел, она имеет одну и ту же величину и направление для всех наших сравнительно незначительных тел. Все они двигаются под влиянием этой силы в одну сторону и с одинаковой скоростью. Вследствие этого взаимное положение их не меняется, т. е. остается таким же, каким было и несколько дней тому назад. Поэтому мы не можем заметить действие самых могущественных солнц, если отнесем наблюдение только к нашим сравнительно маленьким телам. Они будут как бы предоставлены самим себе, собственным своим силам. Они могут притягиваться между собою под влиянием взаимного тяготения. Но массы их так малы в сравнении

с планетными, что мы пока этим ничтожным притяжением пренебрежем. Они могут также притягиваться или отталкиваться, если наэлектризованы или намагничены, но мы пока допустим, что тела не намагничены и не наэлектризованы. Они отталкиваются благодаря темному или светлому лучеиспусканию. Они отталкиваются от Солнца его лучами. Они могут сталкиваться, отражаться, сцепляться, склеиваться и т. д. Живые тела могут проявлять свои мускульные силы, делать гримасы, смеяться, принимать разные выражения, позы, делать разные движения, мыслить, — но мы все это пока оставим. Самого главного, к чему мы привыкли на Земле, — тяжести веса, падения мы не заметим.

Начнем с описания самых простых механических явлений.

1. ЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИЕ.

2. ОБЩАЯ КАРТИНА ДВИЖЕНИЯ И СТОЛКНОВЕНИЯ ТЕЛ. ЗАКОН ИНЕРЦИИ. ПОЧВЕННИК. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ РАССМАТРИВАЕМЫХ ЯВЛЕНИЙ.

Собственно, мы будем описывать явления, происходящие в среде при полном отсутствии сил тяготения. Это будет почти точным выражением тех наблюдений, которые мы можем видеть в нашем уголке солнечной системы. Поправки сделаем потом.

Вокруг меня разные тела. Некоторые из них касаются друг друга, некоторые нет. Одни из них совсем неподвижны, другие не приближаются и не удаляются, но вертятся, третьи удаляются или приближаются, проходят мимо меня и уходят далее, четвертые, двигаясь поступательно, еще и вращаются, пятые, вращаясь, производят еще и дрожачие движения, шестые сталкиваются со мной и дают толчок тем более сильный, чем скорее

было движение тела; иные сталкиваются между собою, потом отражаются и идут совсем в другие стороны. Некоторые из них после толчка останавливаются. Все движущиеся тела в конце концов исчезают из глаз, потому что уходят по прямому направлению, неизвестно куда. Скорость всех этих движений разнообразна: она незаметна для глаза. Неподвижные же торчат вечно перед глазами.

В полном блеске проявляется известный закон инерции: всякое тело вечно сохраняет свое состояние покоя или свое состояние движения. Возьмем сначала для изучения маленькое тело, материальную точку. (Всякое другое тело состоит из системы материальных точек. Взаимодействие между ними может привести всю систему в сложное движение. Возьмем, например, какую-либо машину, часы, автомат, двигатель, движущуюся игрушку, животное. Все они состоят из системы тел или материальных точек, которая может прийти в очень сложные движения, хотя внешних сил, действующих на нее, никаких нет.) Итак, мы взяли частицу вещества. Если она будет относительно нас в покое, то этот покой никогда не нарушится без влияния внешних сил. Если она находится в движении, то и движение не нарушится и не изменится, т. е. не изменится ни скорость движения, ни его направление: движение будет прямолинейным и равномерным. Это и есть закон инерции. Но он применим и к системе материальных тел, т. е. не к ней, а к ее центру тяжести, или центру инерции. Во всяком теле, системе или комбинации тел, соединенных или несоединенных, можно вообразить некоторую среднюю точку, называемую центром инерции. Так, у шара, круга и обруча она в центре, у палки — в середине и т. д. Вот эта-то точка всегда или неподвижна или движется без изменения направления и скорости. Поэтому пружин-

ные часы или какая-нибудь машина в полном ходу, наконец, организм — могут иметь очень сложное движение, но центр инерции каждого из них остается вечно неподвижным.

Значение массы

Явления совершаются так, как бы небесных тел совсем не было. Мы говорим про относительные явления, т. е. по отношению к нашей сравнительно громадной массе. Если же эти явления относить к Солнцу или к другому небесному телу, принимая его за неподвижный почвенник, то явления окажутся другого сорта, хотя опять-таки не будут абсолютными, так как Солнце мы не имеем никакого права принимать неподвижным.

Потом не забудем, что описываемые явления лишь приблизительно верны. Рано или поздно скажется действие небесных тел даже на относительных явлениях.

Теперь, когда мы имеем сравнительно неподвижный почвенник, нам легче будет разбираться во всех явлениях.

Прижмемся к какой-либо неподвижной его стенке спиной и начнем отбрасывать от него разные тела. Мы тоже станем при этом получать толчки, но их действие не обнаружится в движении нашего тела, так как спина наша удерживается стенкой почвенника. Чем больше будет отбрасываемое нашими руками или ногами тело и чем больше его плотность, тем труднее нам будет его отбрасывать с определенной или неизменной скоростью. Например, чтобы массе в одну тонну, равную массе одного кубического метра воды (61 пуд, или 1000 килограммов), сообщить секундную скорость в 1 сантиметр, надо давить на нее в одном и том же направлении в течение одной секунды с силою, близкой к 1

килограмму (0,001 тонны). Если давление уменьшится в сто раз, или будет 10 граммов, то скорость этой тонны вещества, в течение той же секунды, будет в сто раз меньше (0,1 мм). В первом случае рука в секунду продвинет массу на 0,5 сантиметра, во втором — в сто раз меньше, или на $\frac{1}{200}$ сантиметра. Если бы мы на ту же тонну употребили давление в 10 килограммов, то это тело в секунду приобрело бы скорость в 10 сантиметров и продвинулось нашими членами уже в 10 раз больше, т. е. на 5 сантиметров. Отсюда видно, что и громадные массы сдвинуть и приводить в движение не стоит почти никаких усилий. Самая ничтожная сила, в самое малое время, уже сдвинет любую громадную массу с места и придаст ей вечное, неуничтожимое без действия новой силы движение. Только чем больше масса, тем больше и требуется сила для сообщения ей той же скорости в то же время. И, наоборот, малые массы приобретают большие скорости от той же силы и в то же время. Положим, что 10 тоннам (600 пудов — вагон) мы хотим сообщить вечную скорость в 1 метр. Надо усилие в 1000 килограммов. Работа равна 500 килограмм-метров. Это пустяки, это равно поднятию 50 килограммов (3 пуда) на 10 метров высоты. В свободном от тяжести пространстве мы не можем взвесить массу на рычажных или пружинных весах, но мы там ее чувствуем по тому сопротивлению, которое она оказывает, когда ее приводят в движение. Если масса легко приводится в движение, значит она мала, несмотря на ее кажущуюся огромность: она пуста внутри или имеет малую плотность.

Вообще, скорость, получаемая массой от действия постоянной силы, пропорциональна величине силы и времени ее давления; но она обратно пропорциональна величине массы. Зная это, мы можем определить массу, скорость или время, зная две из этих трех

величин. Положим, что тело неизвестной массы приобрело от давления в 1 килограмм в 1 секунду скорость в 1 сантиметр. Тогда ее масса близка к тонне. Если бы скорость оказалась при тех же условиях в 5 раз больше или в 7 раз меньше, то и масса была бы в первом случае в 5 раз меньше, а во втором в 7 раз больше, т. е. в 0,2 тонны или 7 тонн. Итак, играя телами, приводя их в движения, швыряясь ими, мы будем чувствовать их массу; определяя же точно скорость их движения и потребную при этом силу, мы узнаем точно и самую массу. Способ этот, конечно, не особенно удобен и не легко даст такие точные результаты, как весы на Земле. Но всякие весы — и пружинные и рычажные — тут совершенно бессильны. Пружинные для самых громадных, хотя бы бесконечных, масс всегда показывают нуль, т. е. относительные веса; а рычажные — для всякой массы показывают всякий вес, т. е. они находятся в равновесии при всякой нагрузке и всяком положении коромысла и стрелки. Легко и удобно узнавать массу с помощью центробежной силы. Вертите на нитке камень. При одной и той же скорости и длине нитки ее натяжение будет пропорционально массе камня. Вот новые основания для измерения массы.

Свобода движений. Отсутствие веса

Мы в беспредельной пустоте с сияющим жарко Солнцем и немерцающими звездами. При нас только относительно неподвижный почвенник. Довольно хотя бы чуть-чуть оттолкнуться от него, чтобы получить некоторую скорость, которая унесет нас навеки по прямой линии от почвенника. Значит, передвижение тел в нашей среде на любые миллионы верст ровно ничего не стоит. Как управлять этим движением? Это другой вопрос.