

К. Циолковский

**Исследование мировых
пространств реактивными
приборами**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
К11

К11 **К. Циолковский**
Исследование мировых пространств реактивными приборами / К. Циолковский – М.: Книга по Требованию, 2024. – 128 с.

ISBN 978-5-458-58159-2

Переиздание работ 1903 и 1911 г. с некоторыми изменениями и дополнениями.

ISBN 978-5-458-58159-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Старый листок с окончательными формулами, случайно сохранившийся, помечен датой 25 авг. 1898 г. Но из предыдущего очевидно, что теорией ракеты я занимался ранее этого времени, именно с 1896 г.

Никогда я не претендовал на полное решение вопроса. Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка. За ними шествует научный расчет. И уже в конце концов исполнение венчает мысль. Мои работы о космических путешествиях относятся к средней фазе творчества. Более, чем кто-нибудь, я понимаю бездну, разделяющую идею от ее осуществления, так как в течение моей жизни я не только мыслил и вычислял, но и **исполнял**, работая также **руками**.

Однако, нельзя не быть идее: исполнению предшествует мысль, точному расчету — фантазия.

Вот что писал я М. Филиппову, редактору „Научного Обозрения“, перед тем, как посылать ему свою тетрадь (издана в 1903 г.). „Я разработал некоторые стороны вопроса о поднятии в пространство с помощью реактивного прибора, подобного ракете. Математические выводы, основанные на научных данных и много раз проверенные, указывают на возможность с помощью таких приборов подниматься в небесное пространство и, может быть, основывать поселения за пределами земной атмосферы. Пройдут, вероятно, сотни лет прежде чем высказанные мною мысли найдут применение, и люди воспользуются ими, чтобы расселяться не только по лицу земли, но и по лицу всей вселенной.

Почти вся энергия Солнца пропадает в настоящее время бесполезно для человечества, ибо Земля получает в два (2,23) миллиарда раз меньше, чем испускает Солнце.

Что странного в идее воспользоваться этой энергиею! Что странного в мысли овладеть и окружающим земной шар беспредельным пространством“...

Все знают, как невообразимо велика, как безгранична вселенная. Все знают, что и вся солнечная система, с сотнями своих планет есть точка в Млечном

Пути. И самый Млечный Путь есть точка по отношению к эфирному острову. Последний же есть точка в мире.

Проникни люди в солнечную систему, распорядись в ней, как хозяйка в доме: раскроются-ли тогда тайны вселенной? Нисколько! Как осмотр какогонибудь камешка или раковины не раскроет еще тайны океана... Если бы даже человечество овладело другим солнцем, исследовало весь Млечный Путь, эти миллиарды солнц, эти сотни миллиардов планет, — то и тогда мы сказали бы то же. И миллиарды эти точка и они бы не разоблачили тайн неба.

Вся известная нам вселенная только нуль и все наши познания, настоящие и будущие, ничто в сравнении с тем, что мы никогда не будем знать.

Но как жалок человек в своих заблуждениях! Давно ли было время, когда поднятие на воздух считалось кощунственным покушением и каралось казнью, когда рассуждение о вращении Земли наказывалось сожжением. Неужели и теперь суждено людям впадать в ошибки такого же сорта!

Напечатанные ранее мои труды достать довольно трудно. Поэтому я тут в своем издании соединяю прошлые работы с некоторыми позднейшими достижениями.

Обозначение величин помещено в конце книги.

На первые мои работы обращено внимание многих (особенно благодарю за это внимание В. В. Рюмина и Я. И. Перельмана). Много лет спустя, появились труды проф. Годарда, астр. Оберта, инж. Гомона и общедоступные труды Рюмина, Перельмана, Валье и друг., труды которых, к сожалению, мне неизвестны. Они пришли, в общем, к тем же выводам, как и я. Тогда, естественно, и мне было оказано больше доверия и внимания. В этом отношении очень я обязан также Ассоциации Натуралистов и ее председ. А. И. Модестову.

Мне известны общедоступные статьи Модестова, Давидова, Лапирова-Скобло, Прянишникова, Игорова,

Мануйлова, Бабаева, Глушкова, Чижевского, Алчевского, Шмурло, Рябушинского, Родных, Редина, Соловьева, Ширинкина и многих других, указать на которых сейчас не могу. Некоторые статьи подписаны только двумя буквами, а иные и совсем без подписи. Много было диспутов и лекций, посвященных космической ракете.

* * *

Мой адрес: **Калуга, Жорес, 3.**

* * *

Содержание этой книги. Для решения нашей задачи, нам надо одолеть два главных препятствия: притяжение Земли и сопротивление атмосферы. Далее надо в эфире, в пустоте, найти средства для дыхания, питания и сохранения достаточной температуры. Надо найти средства и источник энергии для перемещения по всему пространству Солнечной системы. Необходимо развитие индустрии, поддерживающей необходимый комфорт бесчисленных будущих поколений, заселяющих Солнечную систему. Наконец, надо указать практические пути для одоления 1-го шага, т.-е. поселения вне атмосферы по близости Земли, в качестве ее маленького спутника.

Небесный корабль должен быть подобен ракете. Основа действия каждого экипажа и корабля одна и та же: они отталкивают какую-либо массу в одну сторону, а сами (от этого) двигаются в противоположную. Пароход отталкивает воду, дирижабль и аэроплан — воздух, человек и лошадь — земной шар, реактивный прибор, напр., ракета, Сегнерово колесо — не только воздух, но и те вещества, которые заключены в них самих: порох, воду. Если бы ракета находилась в пустоте или в эфире, то все же она приобрела бы движение, так как у ней есть запас для отталкивания: порох или другие взрывчатые вещества, содержащие одновременно и массу и энергию. Очевидно, для движения прибора в пустоте, он должен быть подобен

ракете, т.-е. содержать не только энергию, но и опорную массу в самом себе.

Для путешествий вне атмосферы и всякой другой материальной среды на высоте 300 килом., а также еще дальше, между планетами и солнцами,—нужен специальный прибор, который мы только для краткости будем называть **ранетой**.

Заметим, что межзвездный эфир есть такая же материальная среда, как и воздух, но до такой степени разряженная, что ни в каком случае не может служить опорой. Только условно она не причисляется к материи. Даже небесные камни (болиды, аэролиты, падающие звезды), в несколько граммов весом, могут в ней двигаться с ужасающей скоростью (до 50 и более верст в сек.), не встречая заметного сопротивления. Одним словом, эфир, в отношении сопротивления движению тел, может считаться за пустоту. Также и его потоки, в виде лучистой и электрической энергии, оказывают лишь чрезвычайно малое давление на тела. Так что мы пока и ими пренебрежем.

Взрывание не только может служить для поднятия с планеты, но и для спуска на нее; не только для получения скорости, но и для потери ее. Снаряд в состоянии удаляться от Земли, блуждать между планетами, между звездами, посещать планеты, их спутники, кольца и другие небесные тела, возвращаться на Землю. Лишь бы было довольно энергичного взрывчатого материала. Впрочем, мы увидим, что есть возможность спускаться на планеты, имеющие атмосферы, без всяких затрат взрывчатого материала.

Работа тяготения при удалении от планеты. Очень простым интегрированием можем получить следующее выражение для работы (T), необходимой для удаления единицы массы от поверхности планеты радиуса (r_1) на высоту h .

$$T = \frac{g}{g_1} \cdot r_1 \left(1 - \frac{r_1}{r_1 + h} \right).$$

Здесь (g) означает ускорение тяжести на поверхности данной планеты, а (g_1) — ускорение земной тяжести на поверхности земли.

Положим в этой формуле (h) равным бесконечности. Тогда определим наибольшую работу, при удалении единицы массы с поверхности планеты в бесконечность и получим:

$$T_1 = \frac{g}{g_1} \cdot r_1.$$

Заметив, что $\frac{g}{g_1}$ есть тяжесть на поверхности планеты по отношению к тяжести Земли, видим, что работа, потребная для удаления единицы массы от поверхности планеты на бесконечно большое расстояние, равна работе поднятия этой же массы от поверхности на один радиус планеты, — если допустить, что сила тяжести на ней не уменьшается с удалением от поверхности.

Таким образом, хотя пространство, куда проникает сила тяготения любой планеты, безгранично, однако, сила эта представляет как бы стену или сферу ничтожного сопротивления, облегающую кругом планету на величину ее радиуса. Одолейте эту стену, прошибите эту неуловимую равноплотную оболочку — и тяготение побеждено на всем его бесконечном протяжении.

Из последней формулы видно, что предельная

работа (T_1) пропорциональна силе тяжести $\left(\frac{g}{g_1}\right)$ у поверхности планеты и величине ее радиуса.

Для равноплотных планет, т.-е. для планет одной плотности, напр., с земной (5,5), сила тяжести у поверхности, как известно, пропорциональна радиусу планеты и выражается отношением радиуса (r_1) планеты к радиусу земли (r_2).

$$\text{Следовательно, } \frac{g}{g_1} = \frac{r_1}{r_2} \text{ и } T_1 = \frac{r_1}{r_2} \cdot r_1 = \frac{r_1^2}{r_2}.$$

Значит, предельная работа (T_1) чрезвычайно быстро уменьшается с уменьшением радиуса (r_1) планеты, именно, — как ее поверхность.

Так, если эта работа для земного шара ($r_1 = r_2$) равна (r_2), или 6.366:000 килограмметрам, то для планеты с диаметром, в 10 раз меньшим, она равна 63.660 килограмметрам.

Но и для Земли, с некоторой точки зрения, она не очень велика. В самом деле, если считать теплопроизводительность нефти в 10.000 калорий, что довольно верно, то энергия этого горения выразится механической работой в 4.240.000 килограмметров на 1 килограмм горючего материала.

Выходит, что для предельного удаления единицы массы от поверхности нашей планеты, требуется работа, которая содержится потенциально в полуторах массовых единицах нефти.

Так в применении к человеку, весящему 70 кило, получим количество нефти в 105 кило.

Недостает только умения воспользоваться этой могучей энергиею химического сродства.

Становится все-таки более понятным, почему убогое миренное количество взрывчатого материала, сравнительно с весом снаряда, может помочь последнему вполне одолеть силу земного тяготения.

По Ланглею, квадратный метр, освещенный нормальными лучами солнца, дает в минуту 30 калорий или 12720 килограмметров.

Чтобы получить всю работу, потребную для победы одного кило над тяжестью земли, нужно пользоваться квадратным метром, освещенным лучами, в течение 501 минуты или 8-ми слишком часов.

Все это очень немного; но при сравнении человеческой силы с силою притяжения, последняя нам покажется огромной.

Так, допустим, что человек каждую секунду подымается по прекрасно устроенной лестнице на высоту 20 сант. (около $4\frac{1}{2}$ вершков). Тогда предельная работа

будет им совершена только в течение 500 дней тяжкого труда, если на ежедневный отдых подарим 6 часов. При употреблении для поднятия лошадиной силы сократим работу в 5 раз. При 10 лошадиных силах понадобится только 10 дней, а при непрерывной работе — около недели.

При той работе, которую поглощает летящий аэроплан (70 сил), довольно одного дня.

Для большинства астероидов и для Марсовых лун эта работа полного одоления тяжести поразительно мала. Так, луны Марса не имеют в диаметре больше 10 километров. Если принять для них земную плотность ($5\frac{1}{2}$), то работа (T_1) составит не более 16 килограмметров, т.-е. соответствует поднятию на березу в $7\frac{1}{2}$ сажень высоты. Если бы на нашей луне, на Марсе оказались разумные существа, то победа над тяжестью для них была бы гораздо легче, чем для жителей Земли.

Так, для Луны (T_1) в 22 раза меньше, чем для Земли. На крупных планетоидах и спутниках планет победа над тяжестью была бы пустяками с помощью описанных мною реактивных приборов. Напр., на Весте (T_1) в 1000 раз меньше, чем на земле потому, что поперечник Весты равен 375 верстам. Поперечник Метиссы около 100 верст, а T_1 в 15.000 раз меньше.

Но это громаднейшие астероиды; большинство в 5—10 раз меньше. Для них T_1 в миллионы раз меньше, чем для земли.

Из предыдущих формул найдем для всякой планеты:

$$\frac{T}{T_1} = \frac{h}{h + r_1} = \frac{\frac{h}{r_1}}{1 + \frac{h}{r_1}}$$

Мы здесь выразили работу поднятия (T) на высоту (h) от поверхности планеты радиуса (r_1) по отно-

шению к полной наибольшей работе (T_1). По этой формуле вычислим:

$$\frac{h}{r_1} = \frac{1}{10}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 9, 99, \text{бесконечно.}$$

$$\frac{T}{T_1} = \frac{1}{11}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{9}{10}, \frac{99}{100}, 1.$$

Первая строка показывает на поднятие в радиусах планеты; вторая — на соответствующую работу, принимая работу полного одоления тяжести за единицу. Напр., для удаления от поверхности планеты на один ее радиус нужно совершить половину полной работы, а для удаления в бесконечность только вдвое более (1).

Необходимые скорости. Так как мы раньше часто давали скорости, приобретаемые ракетой от действия взрывчатых веществ, то интересно знать, каковы они должны быть, чтобы одолеть сопротивление тяготения.

Мы опять не будем приводить банальных вычислений, с помощью которых скорости эти определяются, и ограничимся только выводами.

Так, скорость (V_1), потребная для поднятия ракеты на высоту (h) и получения после этого скорости (V), равна

$$V_1 = \sqrt{V^2 + \frac{2g \cdot r_1 h}{r_1 + h}}.$$

Если тут положить, что $V = 0$, т.-е. если тело движется вверх до остановки силою тяжести, то найдем:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2gr_1 h}{r_1 + h}}.$$

Когда (h) бесконечно велико, т.-е. если поднятие беспредельно и конечная скорость нуль, то необходи-

мая для того у поверхности планеты скорость выразится:

$$V_1 = \sqrt{2gr_1}.$$

По этой формуле вычислим для Земли: $V_1 = 11.170$ метров в 1 секунду, или в 5 раз быстрее наибоьстрейшего пушечного ядра, при его вылете из жерла.

Для нашей Луны $V_1 = 2.373$ метра, т. е. это близко к скорости ядра и скорости молекул водорода. Для планеты Агаты, имеющей 6 верст в диаметре и плотность, не большую плотности Земли (5,5), — (V_1) менее 5,7 метра в 1 секунду; такую же почти скорость (V_1) найдем и для спутников Марса. На этих же телах солнечной системы достаточно слегка разбежаться, чтобы навсегда освободиться от силы их тяготения и сделаться самостоятельной планетой.

Для планет равноплотных с Землей получим:

$$V_1 = r_1 \sqrt{\frac{2g_1}{r_2}},$$

где g_1 и r_2 относятся к земному шару. Из формулы видно, что предельная скорость бросания (V_1) в этом случае пропорциональна радиусу (r_1) данной планеты.

Так, для наибольшего планетоида — Весты, поперечник которой близок к 400 километрам, найдем, что $V_1 = 324$ метра в секунду.

Это значит, что даже ружейная пуля оставляет навсегда Весту и делается аэролитом, кружащимся вокруг солнца.

Последняя формула удобна для быстрого соображения о скоростях бросания на разной величины равноплотных планетах. Так, Метисса, один из крупных астероидов, имеет диаметр раза в 4 меньше, чем Веста, и скорость поэтому будет во столько же раз меньше, т. е. около 80 метров в секунду.

Вечное кружение вокруг планеты требует работы вдвое меньшей и скорости в $\sqrt{2}=1,41\dots$ раз меньшей, чем для удаления в бесконечность.

Время полета. Мы не будем тут приводить весьма сложных формул, определяющих время полета снаряда. Тем более, что это вопрос не новый и решенный, и мы будем только повторять известное.

Воспользуемся лишь одним выводом, чрезвычайно простым и полезным, для решения простейших задач о времени движения ракеты.

Для времени (t) падения неподвижного сначала тела на планету (или солнце), сосредоточенную в одну точку (при той же массе), найдем:

$$t = \frac{r_2}{r_1} \sqrt{\frac{r_2}{2g}} \left\{ \sqrt{\frac{r^2}{r_1^2} - 1} + \arcsin \sqrt{\frac{r}{r_2}} \right\}.$$

Тут r_2 означает расстояние, с которого тело начинает падение; g есть величина этого падения; r_1 — радиус планеты, а g — ускорение тяжести в это время у ее поверхности.

Та же формула, конечно, выражает и время поднятия от $(r_2 - r)$ до (r_2) , когда тело теряет всю свою скорость.

Если положить, что $r = r_2$, т.-е. если определить время падения до центра сосредоточенной планеты, то получим из последней формулы:

$$t = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r_2}{r_1} \sqrt{\frac{r_2}{2g}}$$

При обыкновенных условиях эта формула дает также, приблизительно, и время падения до поверхности планеты, или время поднятия ракеты с этой поверхности до остановки.