

К. Э. Циолковский

Избранные труды

Классики науки

УДК 656
ББК 39.1
К11

К. Э. Циолковский
К11 Избранные труды: Классики науки / К. Э. Циолковский – М.: Книга по Требованию, 2024. – 538 с.

ISBN 978-5-458-32879-1

Константин Эдуардович Циолковский - исключительное явление в русской, советской и всемирной науке и технике. Константин Эдуардович Циолковский широко известен своими трудами в области воздухоплавания, авиации и ракетной техники. Ему принадлежит также большое число работ по другим, самым разнообразным вопросам естествознания и техники. До Октябрьской революции и в первые годы Советской власти труды Циолковского печатались в научных и научно-популярных журналах и издавались в виде отдельных брошюр в г. Калуге. Значительная часть научного наследия ученого при его жизни так и не была опубликована. В данный том включены основные работы ученого по авиации, аэродинамике, ракетной технике и межпланетным сообщениям.

ISBN 978-5-458-32879-1

© 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 первоизданном 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.

ОТ РЕДАКЦИИ

Константин Эдуардович Циолковский — исключительное явление в русской, советской и всемирной науке и технике.

Почти ровесник Н. Е. Жуковского (1847—1921), А. Н. Крылова (1863—1945), И. В. Мещерского (1859—1935), он как бы не замечает творений современников и идет собственным путем гениального самородка-ученого.

Распространено мнение, что главные вехи развития технических дисциплин, примыкающих к механике, ставятся представителями точных наук при аналитическом выражении новых законов природы или при возникновении новых математических методов исследований. В подтверждение приводятся имена Ньютона, Лагранжа, Кулона, Фурье, Жуковского и других. Однако такое мнение ошибочно. Сочинения Циолковского открывают новую блестящую страницу техники без какого-либо существенного использования современных достижений в области механики и математики.

В самом деле, Циолковский использует в своих трудах лишь арифметику, алгебру и самые начала анализа бесконечно малых (последние только в связи с выводом его знаменитой формулы). Тем не менее этого скромного арсенала математических средств ему достаточно, чтобы обосновать всю ракетную технику (включая и реактивную авиацию) и предвосхитить современные достижения в освоении космического пространства.

Простота и убедительность его трудов, написанных прекрасным ярким русским языком, горячая вера в конечный успех своих начинаний зажгли сердца сотен молодых людей, которые ныне, уже после смерти Константина Эдуардовича, осуществили многие его дерзновенные мечты. Именно они прославили нашу Родину запуском первых искусственных спутников Земли, многих космических ракет и, наконец, космических кораблей с советским человеком на борту.

* * *

Константин Эдуардович Циолковский широко известен своими трудами в области воздухоплавания, авиации и ракетной техники. Ему принадлежит также большое число работ по другим, самым разнообразным вопросам естествознания и техники. До Октябрьской революции и в первые годы Советской власти труды Циолковского печатались в научных и научно-популярных журналах и издавались в виде отдельных брошюр в г. Калуге. Значительная часть научного наследия ученого при его жизни так и не была опубликована.

В 1934 и 1947 гг. были изданы избранные труды Циолковского по цельнометаллическому дирижаблю и ракетной технике. С 1951 по 1959 г. вышло три тома издаваемого АН СССР по постановлению Совета Министров СССР собрания сочинений К. Э. Циолковского, в которые включены работы ученого по аэродинамике, реактивным летательным аппаратам и дирижаблестроению. Однако незначительный тираж изданий ни в коей мере не может удовлетворить научную общественность. С каждым годом значение трудов Циолковского и интерес к ним как в нашей стране, так и за рубежом неуклонно возрастает.

Успехи, достигнутые советской наукой в освоении космического пространства, в значительной степени опираются на труды Циолковского, заложившего основы науки о межпланетных сообщениях. Торжество его идей, их претворение в жизнь советскими учеными и конструкторами делает особенно актуальным переиздание его трудов в настоящее время.

В данный том включены основные работы ученого по авиации, аэродинамике, ракетной технике и межпланетным сообщениям.

Издание произведений Циолковского в серии «Классики науки» представляет значительные трудности, обусловленные теми обстоятельствами, с которыми сталкивался ученый при публикации своих работ.

Живя в отдалении от основных научных центров, Циолковский, как правило, не имел возможности просматривать и править корректуру своих статей. Результатом этого было значительное число опечаток и искажений, которые он вынужден был исправлять уже в изданных работах. В Московском отделении Архива АН СССР хранятся авторские экземпляры печатных трудов ученого с исправлениями и пометками, сделанными его рукой. При этом, наряду с исправлением допущенных ошибок и опечаток, Циолковский нередко вносил принципиальные изменения и дополнения, являвшиеся, очевидно, результатом его последующих размышлений и вычислений. Время внесения этих поправок и дополнений установить трудно, так как иногда они делались много лет спустя после издания работы. Еще большие сложности представляет переиздание произведений, изданных в Калуге, так как в них при написании формул применялись буквы русского алфавита: скорость снаряда обозначалась буквами Скс, время — Вр, ускорение силы земной тяжести — Уз, плотность газа — Плг,

давление воздуха — Дв и т. д. Кроме того, Циолковский нередко допускал сокращения, отличающиеся от принятых в настоящее время. Например, часто употребляются выражения: скорость 8 кило, ускорение 5 кило, вес 3 кило, давление 6 кило, при этом подразумевается скорость 8 км/сек, ускорение 5 км/сек², вес 3 кг, давление 6 кг/см².

Все это затрудняет чтение работ Циолковского, а в ряде случаев приводит к неверному пониманию текста.

В настоящем издании работы Циолковского печатаются в том виде, в каком они были опубликованы при жизни ученого, либо оставлены им в рукописях с сохранением терминологии автора, его своеобразной манеры выражений, системы нумерации формул и параграфов и других особенностей его стиля. Допущена лишь необходимая модернизация орфографии и общепринятых сокращений, а также исправлены явные опечатки и искажения. Вставки от редакции даны в квадратных скобках [].

В работах, изданных в Калуге, транскрипция формул изменена с русского на латинский алфавит. При этом для обозначения тех или иных величин, как правило, взяты буквенные выражения, применявшиеся в ранее опубликованных работах Циолковского, в которых формулы давались в латинской транскрипции.

Отдельные неясные, ошибочные или спорные места, а также термины Циолковского, отличающиеся от ныне принятых, оговорены в комментариях, которые помещены в конце книги; ссылки на них даны цифрами [1], [2], [3]... В комментариях даны также позднейшие дополнения и изменения, внесенные ученым в авторский экземпляр печатных работ.

При составлении комментариев были учтены замечания, сделанные редакторами предыдущих изданий произведений К. Э. Циолковского — Ф. А. Цандером, М. К. Тихонравовым, Н. Я. Фабрикантом и А. А. Космодемьянским.

Публикуемый в настоящем томе текст произведений Циолковского взят нами из следующих источников:

Свободное пространство.

Давление жидкости на равномерно движущуюся в ней плоскость.

Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина.

Первое описание К. Э. Циолковским его аэродинамической трубы.

Давление воздуха на поверхности, введенные в искусственный воздушный поток.

Сопротивление воздуха и воздухоплавание.

Рукопись. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 31.

Труды отделения физических наук Общества любителей естествознания, т. IV. М., 1891.

«Наука и жизнь», 1894, № 43—46.

Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 4.

«Вестник опытной физики и элементарной математики», Одесса, 1898, № 269, 270; 1899, № 271, 272.

«Научное обозрение», 1902, № 5.

Исследование мировых пространств реактивными приборами.

Исследование мировых пространств реактивными приборами.

Исследование мировых пространств реактивными приборами (дополнение к I и II части труда того же названия).

Космический корабль.

Исследование мировых пространств реактивными приборами.

Космическая ракета. Опытная подготовка.

Труды о космической ракете (1903—1929 гг.).

Новый аэроплан.

Космические ракетные поезда.

Реактивный аэроплан.

С ратоплан полуреактивный.

Достижение стратосферы.

Звездолет.

Звездолет с предшествующими ему машинами.

Снаряды, приобретающие космические скорости на суше или воде.

Наибольшая скорость ракеты.

«Научное обозрение», 1903, № 5.

«Вестник воздухоплавания», 1911, № 19—22; 1912, № 2, 3, 5—7, 9. Отдельное издание. Калуга, 1914.

Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 46. Отдельное издание. Калуга, 1926.

Отдельное издание. Калуга, 1927.

Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 60.

Отдельное издание. Калуга, 1929. Отдельное издание. Калуга, 1929.

Отдельное издание. Калуга, 1930.

Отдельное издание. Калуга, 1932.

Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 75.

«Знание — сила», 1932, № 23-24.

Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 86.

Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 93

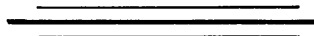
Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 105

Отбор произведений и составление тома были проведены академиком А. А. Благонравовым, ученым секретарем комиссии по разработке научного наследия К. Э. Циолковского Б. Н. Воробьевым и кандидатом технических наук В. Н. Сокольским. В подготовке тома принимал участие академик А. Ю. Ишлинский.

Подготовка текста была проведена сотрудниками Института истории естествознания и техники АН СССР И. В. Баландиной, В. Ф. Буравлевым, И. У. Калининым, В. К. Кузаковым и К. А. Леонтьевой, под руководством кандидата технических наук С. А. Соколовой.

Вводная часть редакционного предисловия написана академиком А. Ю. Ишлинским; статья «К. Э. Циолковский как ученый» — академиком А. А. Благонравовым; краткая научная биография К. Э. Циолковского — В. Н. Сокольским; библиография печатных трудов К. Э. Циолковского — Б. Н. Воробьевым.

При подготовке к изданию данного тома большую помощь оказали научные сотрудники Московского отделения Архива АН СССР Н. С. Романова и Н. Е. Новикова.





[ИЗ РУКОПИСИ «СВОБОДНОЕ ПРОСТРАНСТВО»]

28 Марта 1883 г.
Утро

КРИВОЕ ДВИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ГАЗА ИЛИ ЖИДКОСТИ
ИЛИ ДАЖЕ ТВЕРДОЙ ОПОРЫ ^[1]

Когда у тела бесчисленное множество опор, от которых данное тело отталкивается непрерывно, то тело изменяет свое движение непрерывно, так что путь его может иметь вид кривой линии. Скорость тела также при этом изменяется непрерывно и может быть ускорительной или замедлительной.

Положим, что дана бочка, наполненная сильно сжатым газом. Если отвернуть один из ее тончайших кранов, то газ непрерывной струей устремится из бочки, причем упругость газа, отталкивающая его частицы в пространство, будет так же непрерывно отталкивать и бочку.

Результатом этого будет непрерывное изменение движения бочки.

Если, напр[имер], бочка была неподвижна, а отталкивание газа происходит по линии, соединяющей свободный центр инерции тела с отверстием крана, или если бочка имела прямое движение, совпадающее с направлением отталкивания газа, то бочка будет иметь от действия газа прямое ускорительное или замедлительное движение. А если бочка имела движение, не совпадающее с направлением отлетающих частиц газа, то движение ее будет параболическое, предполагая, что газ отталкивается с постоянной силой и в постоянном количестве. Посредством достаточного количества кранов (шести) можно так управлять выходением газа, что движение бочки или полого шара будет совершенно зависеть от желания управляющего кранами, т. е. бочка может описать какую угодно кривую и по какому угодно закону скоростей. Может, напр[имер], равномерно

списывать окружность, хотя притягивающей центральной силы и не будет. Во всяком случае, общий свободный центр тела и отлетающих молекул газа всегда сохранит свое первоначальное движение или свой первоначальный покой. Изменение движения бочки возможно только до тех пор, пока не вышел из нее весь газ. Но так как потеря его идет непрерывно и при средних условиях эта потеря пропорциональна времени, то и движение может быть произвольным только ограниченное время — минуту, час, день, а затем оно делается прямолинейным — равномерным. Вообще, кривое — равномерное движение или прямолинейное неравномерное движение сопряжено в свободном пространстве с непрерывной потерей вещества (опоры). Также ломаное движение сопряжено с периодической потерей вещества.

*29 марта
Утро*

Впрочем, если главное тело и опоры соединены между собой тонкими и длинными нитями, то хотя движение тел и будет более или менее ограничено, смотря по длине нитей, но все же опоры и главное тело вновь могут быть соединены в одну кучу.

При этом свободные центры тел останутся и окажутся на прежнем месте; или же все будут иметь прежнее равномерное и прямое движение, какое они имели до своего взаимодействия.

Т е о р е м а. Всякое тело, большие или малые твердые части которого могут притягивать и отталкивать друг друга, — всякое такое пластичное (вначале неподвижное) тело может принять любую форму и в любом направлении.

*30 марта
Утро*

О ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ

Я говорил до сих пор только о параллельном движении, т. е. о таком, какое, напр[имер], имеет земная ось в продолжение года, о таком движении в свободном пространстве, при котором все точки тела двигаются совершенно одинаково. Это значит, что траектории их равны и скорости в каждый данный момент одинаковы по величине и направлению. Если, напр[имер], одна какая-нибудь точка описывает эллипс, то и все остальные точки описывают совершенно равные эллипсы; притом скорости точек будучи, может быть, в различные времена различны, в один и тот же момент тождественны.

Но кроме этого параллельного движения, точки, хотя бы и неизменяемого по форме твердого тела, могут описывать в свободном пространстве различные пути и с различными скоростями даже в один и тот же момент. Таково движение вращательное и циклоидальное. Этим последним именем я назову смесь движений вращательного и параллельного. Напр[имер], движение планет я назову циклоидальным. Циклоидальные движения могут быть, конечно, очень разнообразны: прямое циклоид[альное] дв[ижение], круговое и проч. и проч.

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ. УСТОЙЧИВОЕ ВРАЩЕНИЕ

Укрепим неподвижно две какие-нибудь точки тела. Если теперь тело посредством силы будет приведено в движение, то это движение и будет вращательным. Прямая, проходящая через эти укрепленные, неподвижные точки, называется осью; она также неподвижна.

Все точки, лежащие вне этой оси, описывают окружности. Чем дальше отстоят точки от оси, тем скорости их больше и тем самые пути их больше. Точки, находящиеся на равном расстоянии от оси, описывают равные окружности и, для данного момента времени, с одной скоростью.

Вращательное движение называется равномерным, если точки, равноотстоящие от оси, двигаются равномерно, т. е. когда эти точки в равные времена проходят равные линии одинаковой длины или когда тело в равные времена поворачивается на одно и то же число градусов. В свободном пространстве вращательное движение может совершаться и вокруг неукрепленной оси, свободно висящей в пространстве. Такую ось проще всего назвать свободной. О таком-то вращательном движении твердого тела вокруг свободной оси я и поговорю.

Не всякая прямая, проведенная через тело, есть свободная ось, т. е. не вокруг всякой неукрепленной прямой может вращаться свободное тело. Известно, что вращение маховых колес у машин иногда сопровождается дрожанием оси и самой машины. Это бывает тогда, когда фактическая ось маховика не совпадает с его свободной осью. Дрожание маховика — это стремление его вращаться вокруг его свободной оси, которой его лишили насильем.

СВОБОДНЫЕ ОСИ

Свободная ось должна проходить через свободный центр тела, или через центр его тяжести.

В каждом теле не менее трех свободных осей, взаимно-перпендикулярных. Но может быть только три. Может быть и больше трех. Может быть и бесчисленное множество; так, в шаре всякий диаметр — свобод-

ная ось. Можно легко вообразить тело, которое бы имело данное число свободных осей, но не менее трех. Свободная ось иногда лежит вне вещества данного тела, и тогда ее можно назвать невещественной. Напр[имер], в кольце, в пустой кадке без дна есть такие оси.

После я скажу о свободных осях и вращении изменяемых (пластичных) по форме тел (мягких); а также об осях системы нескрепленных тел.

Если не укрепленное и не подпертое ничем тело приобрело каким бы то ни было способом в свободном пространстве вращательное движение вокруг свободной оси, то это движение, без вмешательства сил будучи не иначе, как равномерным, никогда не может само собой прекратиться. Наоборот, если твердое тело не имело вращательного движения, то оно, само собой, никогда не приобретет его.

*1 апреля 1883 г.
Утро*

СПОСОБ С ПОМОЩЬЮ НЕПОДВИЖНОЙ ОПОРЫ СООБЩАТЬ УСТОЙЧИВОЕ ВРАЩЕНИЕ ТелУ

Вращательное движение вокруг неукрепленной оси можно сообщить телу различными способами.

Можно, напр[имер], если есть неподвижная опора, укрепить какие-нибудь две точки, лежащие на свободной оси данного тела, и затем заставить произвольную силу сообщить телу движение вокруг этих точек.

Если, по прекращении действия силы, принять осторожно те два острия, которые удерживали ось в неподвижности, то данное тело приобретет равномерное вращательное движение вокруг свободной неподвижной и ничем не укрепленной оси.

Этот способ годится, когда свободная ось вещественна, т. е. когда несколько точек свободной оси лежат в веществе данного тела. Но можно сообщить вращательное движение телу, и не укрепляя предварительно свободную ось.

Вообразим прямую, перпендикулярную к свободной оси; вообразим на ней две точки, равноотстоящие от оси; проведем плоскость через прямую и ось.

Вообразим теперь, что на взятые две точки действуют равные, но противоположные силы по направлению, нормальному к этой плоскости.

То [по] прекращении их действия тело приобретет равномерное вращательное движение вокруг свободной неукрепленной оси. Этот метод применяется для тех тел, которые не имеют вещественной оси.

Одним словом— телу можно сообщить устойчивое вращение также парой сил (специальный термин).