

УДК 629.761.78

К 150-летию со дня рождения К.Э. Циолковского

ОСНОВОПОЛОЖНИК КОСМОНАВТИКИ

А.И. МАКСИМОВ

*Институт теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск*

Кратко описан творческий путь основоположника теоретической космонавтики К.Э. Циолковского, посвятившего свою жизнь исследованиям в области аэродинамики и ракетной техники, решению проблем создания дирижаблей с металлической оболочкой, реактивных самолетов и поездов на воздушной подушке, а также изучению происхождения планет, Солнца и Вселенной. Дан краткий анализ основных технических предложений самобытного ученого, нашедших применение в современной ракетно-космической технике. Продемонстрирована обширность его творческих интересов, направленных на изыскания во многих областях науки и техники, в том числе, кинетической теории газов, геологии, космологии, биологии, философии, социологии, теологии и языкознания.

Основоположник теоретической космонавтики К.Э. Циолковский (рис. 1) родился 17 сентября (5 сентября по старому календарю) 1857 г. в семье лесничего в селе Ижевское Спасского уезда Рязанской губернии. Первая половина его жизни была связана с частыми переездами с места на место и сменами квартир. Постоянное место жительства Константин Эдуардович приобрел только в 1904 г., когда купил собственный дом на улице Коровинской в Калуге (ныне ул. Циолковского, дом № 79), ставший впоследствии его домом-музеем.

В начале 1858 г. семья Эдуарда Игнатьевича и Марии Ивановны Циолковских переехала из деревни в город Рязань. Будучи любопытным мальчиком, Костя с юных лет сильно интересовался различными техническими механизмами. Чтобы разгадать их устройство, он разбирали и ломал все свои игрушки. С пяти лет Костя начал изучать азбуку и через год уже научился читать. Тем не менее, в первые годы учеба давалась ему с большим трудом. В начале 1867 г. при катании на санках он сильно простудился и заболел скарлатиной, в результате чего на всю оставшуюся жизнь почти полностью лишился слуха. Из-за глухоты ему стало очень трудно учиться в школе, поэтому в течение всей жизни К.Э. Циолковский вынужден был

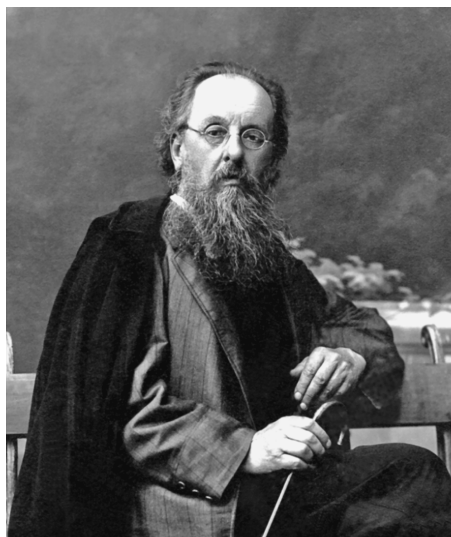


Рис. 1. К.Э. Циолковский (портрет 1927 г.).

заниматься самообразованием. По его собственному признанию, глухота стала погонялой и кнутом, который гнал его всю жизнь. Глухота отделила Константина Эдуардовича от людей, лишила его обычного человеческого счастья и заставила полностью “сосредоточиться, отдаться своим и навеянными наукой мыслям” [1, с. 56].

После переезда в Вятку Костя и его брат Игнатий в 1869 г. поступили в первый класс мужской гимназии. Прочувшись четыре года и окончив всего три класса, К.Э. Циолковский покинул гимназию, и для продолжения учебы отец отвез его в Москву. В 1873–1876 гг. Константин Эдуардович жил в Москве и усиленно занимался самостоятельным изучением физики и математики в объеме средней и высшей школ. Присылаемые родителями деньги он тратил, в основном, на приобретение книг, а также различных химикатов и приборов для проведения своих опытов, поэтому питался, чаще всего, одним черным хлебом с водой. Уже в эти годы Циолковский начал интересоваться вопросами создания металлических аэростатов, выхода в космическое пространство и многими другими научно-техническими проблемами своего времени. Возвратившись в Вятку, он приступил к проведению экспериментов по изучению влияния повышенной силы тяжести на живой организм, используя для своих опытов с тараканами и цыплятами построенную им самим центрифугу. Тогда же К.Э. Циолковский начал давать плохо успевающим гимназистам частные уроки по алгебре и физике, а заработанные таким образом деньги использовал для изготовления станков, различных инструментов и механизмов. Несколько позже он склеил из бумаги большой шар и пускал свой монгольфьер в полет, используя для подогрева воздуха горящие лучинки, помещенные в расположенной снизу проволочной сетке. Однажды привязанная к шару нитка перегорела и оказавшийся в свободном полете монгольфьер чуть не вызвал пожар в городе [1, с. 43]. В молодые годы Константин Эдуардович летом любил кататься на лодке, а в зимние дни — на коньках.

В 1878 г. семья Циолковских вернулась в Рязань. В сентябре следующего года К.Э. Циолковский экстерном сдал экзамены на звание учителя математики в уездных училищах и с 1880 г. приступил к работе преподавателем арифметики и геометрии в Боровске Калужской губернии, а с февраля 1892 г. стал жить и работать в Калуге. В августе 1880 г. Константин Эдуардович повенчался с дочерью священника Варварой Евграфовной Соколовой, с которой прожил вместе до конца своих дней, хотя и, по собственным же признаниям, без особой любви и сердечной привязанности к ней [1, 2].

Уроки К.Э. Циолковского всегда отличались четкой и доходчивой подачей изучаемого материала. Методы его преподавания были направлены на развитие самостоятельности учащихся. Занятия часто сопровождалось опытами и хорошо усваивались учениками. Константин Эдуардович считался хорошим преподавателем и пользовался уважением своих подопечных. По просьбе директора народных училищ Калужской губернии в феврале 1892 г. Циолковский был переведен в уездное училище в Калуге. Его дальнейшая жизнь прошла в этом провинциальном городе.

Все свободное от преподавательских обязанностей время К.Э. Циолковский полностью, в ущерб семейным обязанностям и собственному здоровью, посвящал своим любимым занятиям — изготовлению различных механизмов и моделей, научным изысканиям и экспериментам в области аэродинамики, исследованиям по кинетической теории газов и ракетодинамике, биологии, космологии, философии, социологии и даже теологии, несмотря на то, что сам был неверующим человеком. Исходя из своих взглядов на будущее человечества, он работал также и над созданием общечеловеческой азбуки [1, 3]. Его долгие размышления и поиски в конеч-

ном итоге вылились в созданную им «Космическую философию», направленную на формирование идеального общества будущего.

Свою первую научную статью «Графическое изображение ощущений», посвященную выявлению взаимосвязи положительных и отрицательных ощущений человека, К.Э. Циолковский написал в 1880 г. Попытка ее публикации в журнале «Русская мысль» не увенчалась успехом и завершилась потерей рукописи. После этого Константин Эдуардович приступил к работе над статьей «Теория газов», которая была рассмотрена на заседании физического отделения Русского физико-химического общества 26 октября 1882 г. и встречена учеными положительно. Следующими его научными работами стали «Механика подобно изменяющегося организма» (сентябрь 1883 г.) и «Продолжительность лучеиспускания Солнца. Давление внутри звезд (Солнца) и сжатие их в связи с упругостью материи» (1884 г). Эти работы также представлялись на заседаниях Общества, где было отмечено большое трудолюбие и талантливость их автора, самостоятельно получившего некоторые уже известные для науки выводы по кинетической теории газов. Эти три исследования произвели впечатление, и К.Э. Циолковскому поступило предложение стать членом Русского физико-химического общества, но он не считал возможным его принять (вероятнее всего, из-за глухоты, которую воспринимал как свою ущербность).

Первые мысли, связанные с ракетодинамикой, К.Э. Циолковский изложил в дневниковых записях в период с 20 февраля по 13 апреля 1883 г., в которых подробно рассмотрел прямо- и криволинейное, а также вращательное движения тел в условиях отсутствия силы тяжести и сопротивления атмосферы. Тогда же на примере истечения сжатого газа из бочки он продемонстрировал принцип реактивного движения, дал описание и нарисовал эскиз маховичной системы, предназначенной для управления угловым положением космического аппарата [3]. Эта работа под названием «Свободное пространство» была впервые опубликована во втором томе собрания сочинений ученого в 1954 г. После этого в течение 13 лет основные научные изыскания Константина Эдуардовича были связаны с проблемами создания цельнометаллического управляемого аэростата (дирижабля) и самолета-моноплана с металлическим каркасом.

24 апреля 1887 г. К.Э. Циолковский выступил в Политехническом музее в Москве на заседании Общества любителей естествознания с докладом, подготовленным на основе статьи «Теория и опыт аэростата, имеющего в горизонтальном направлении удлиненную форму». В 1890 г. он начал работать над статьей «О возможности построения металлического аэростата, способного изменять свой объем и даже складываться в плоскость», которую в сентябре того же года вместе с бумажной моделью аэростата отправил для рассмотрения в Русское техническое общество.

Осенью 1890 г. Константин Эдуардович приступил к экспериментам по изучению воздействия воздушного потока на пластину – прототип крыла самолета, расположенную под различными углами атаки. При этом он сумел выявить влияние удлинения на подъемную силу крыла. В первой половине 1891 г. свою работу по аэродинамике под названием «К вопросу о летании посредством крыльев». Циолковский отправил для ознакомления и рецензии Н.Е. Жуковскому и А.Г. Столетову. В том же году написанная на ее основе статья «Давление жидкости на равномерно движущуюся в ней плоскость» появилась в «Трудах отделения физических наук Общества любителей естествознания» (М., 1891, т. IV, вып. 2.). Здесь же (с. 17–18) поместилась еще одна статья ученого – «Как предохранить хрупкие и нежные вещи от толчков и ударов», в которой предлагалось использовать для предохранения от повышенной тяжести сосуд с жидкостью [3]. Весной 1892 г.

отдельной брошюрой вышла первая статья Циолковского «Аэростат металлический управляемый», а в следующем году появилась вторая статья-брошюра под тем же названием. Начиная с 1893 г. статьи, заметки и научно-фантастические сочинения Константина Эдуардовича, посвященные вопросам аэродинамики и космическим полетам, проблемам создания металлических аэростатов, авиации и поездов на воздушной подушке, а также развитию Вселенной, регулярно стали появляться в местных и центральных печатных изданиях.

Свою первую научно-фантастическую повесть «На Луне» К.Э. Циолковский написал в 1886–1887 гг. и опубликовал в качестве приложения к журналу «Вокруг света» в 1893 г. В конце того же года в журнале «Наука и жизнь» появились его статьи «Тяготение как главнейший источник мировой энергии» и «Возможен ли металлический аэростат?». Тогда же в научно-фантастической повести «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения» Константин Эдуардович приступил к рассмотрению вопросов преобразования человеком и другими разумными обитателями Вселенной окружающего мира. В этой повести Циолковский впервые применил термин «искусственный спутник Земли» и дал величину первой космической скорости (8 км/сек). «Грезы о Земле и небе» впервые были изданы в 1895 г. Высказанная в этой повести идея о расселении человечества по всей Солнечной системе и Вселенной с целью максимального использования энергии Солнца и звезд оформилась у Константина Эдуардовича окончательно только к концу 20-х годов XX века.

Уже в 1894 г. в статье «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина» К.Э. Циолковский пришел к твердому убеждению о преимуществах самолета с неподвижным крылом перед аппаратом с машущими крыльями. Касаясь данного вопроса, следует указать на справедливость его рассуждений о чрезмерных трудностях создания машущего крыла. Более чем за вековую историю развития авиации так и не удалось создать ни одного жизнеспособного летательного аппарата с машущими крыльями, в то время как использование жестких неподвижных крыльев привело к появлению широкого спектра самолетов самого различного назначения, включая высокоэкономичные трансконтинентальные лайнеры большой грузоподъемности и пассажировместимости. Уже к началу Второй мировой войны скоростные многомоторные транспортные самолеты сумели полностью вытеснить огромные огнеопасные дирижабли, применявшиеся для трансконтинентальных полетов. Неоднократно предпринимавшиеся попытки возрождения дирижаблей на основе применения последних достижений науки и техники (тонких и прочных синтетических пленок, композитных материалов и современных систем управления) так и не привели к сколько-нибудь значимому их распространению в мире.

Убедившись в том, насколько наука ушла вперед в области кинетической теории газов, в 1894 г. К.Э. Циолковский окончательно отказался от продолжения работ по данной тематике, заметив для себя: «Неприятно открывать Америку во второй раз» [2, с. 39]. В дальнейшем основное свое внимание он уделял дирижаблям с тонкой металлической оболочкой, проблемам космологии и различным философским проблемам. Например, в своей статье «Второе начало термодинамики», опубликованной в виде отдельной брошюры в 1914 г. (первый вариант которой был написан еще в 1905 г.), Константин Эдуардович опроверг модную тогда теорию о тепловой смерти Вселенной за счет постоянного роста энтропии. В противовес данной теории он пришел к заключению, что в природе существует беспрерывная периодическая повторяемость явлений и обратимость энергетических процессов, которые приводят к угасанию и повторному появлению звезд, а также и галактик. Эти мысли российского ученого-самоучки фактически близки взгля-

дам современных астрофизиков, связывающих возникновение Вселенной с так называемым «Большим взрывом» и постепенной концентрацией материи в «черных дырах». Параллельно с общими вопросами строения Вселенной Циолковский занимался и проблемами образования Солнца и планет. В 1907 г. он начал работать над статьей «Вселенная в очерках и картинах», в которую включил несколько разделов о Земле, в том числе, «Вещество, строение и жизнь Земли». В 1915 г. ученый издал в виде отдельной брошюры серию статей под общим названием «Образование Земли и солнечных систем».

В 1896 г. К.Э. Циолковский на собственные средства изготовил аэродинамическую трубу («воздуходувку») и зимой с 1897 на 1898 год провел большой цикл экспериментов по определению сопротивления тел различных форм. Полученные при этом результаты в дальнейшем легли в основу ряда статей ученого по аэродинамике.

В течение длительного времени просьбы К.Э. Циолковского о финансовой помощи для изготовления нелетающей модели цельнометаллического аэростата (дирижабля), а также для проведения экспериментов по аэродинамике оставались неудовлетворенными. Российская академия наук выделила ему первую помощь в сумме 470 рублей для аэродинамических исследований лишь в 1900 г. На полученные средства Константин Эдуардович строит новую экспериментальную установку, а затем продолжает свои опыты по определению сопротивления тел различной формы при их обтекании низкоскоростным потоком воздуха. В том же году по состоянию здоровья К.Э. Циолковский оставляет работу в Калужском уездном училище, хотя и не прекращает свою преподавательскую деятельность. За 20-летнюю безупречную работу ему была назначена пенсия в сумме 324 рублей в год [2, с. 48].

К систематическим исследованиям по ракетодинамике, принесшим российскому ученому мировую известность, К.Э. Циолковский приступил в 1896 г. Толчок к ним дали ему, по собственным признаниям ученого, писатель-фантаст Жюль Верн, пробудивший «работу мозга в этом направлении» [3, с. 111, 188], и брошюра А.П. Федорова «Новый принцип воздухоплавания, исключаящий атмосферу как опорную среду» [2, с. 40; 3, с. 189]. Действительно, в конце XIX и в начале XX вв. особую роль в распространении идей о межпланетных путешествиях сыграл роман знаменитого француза «Из пушки на Луну», написанный в 1874 г. Вскоре после его появления не только Циолковский, но и другие ученые и талантливые изобретатели всерьез взялись за поиски возможных путей реализации идеи о космических полетах.

К концу XIX века к исследованиям по проблеме создания корабля для космических путешествий приступил немецкий изобретатель Г. Гансвиндт (Hermann Ganswindt, 1856–1934). Первое его известное выступление по данному вопросу относится к 1891 г. [4, с. 5]. Заметки о работах Гансвиндта над решением проблем межпланетных полетов появились в печати уже в 1893 г., а в 1899 г. в Берлине была опубликована его монография под названием «Das jüngste Gericht», где наряду с другими материалами было дано описание конструкции космического корабля, использующего для своего движения выстрелы из небольшой пушки. Гансвиндт занимался проблемами космических полетов и в последующие годы, но никогда не проводил серьезных теоретических и экспериментальных исследований в области ракет и ракетных двигателей, хотя и выдвинул ряд интересных идей, например, получение искусственной силы тяжести путем вращения корабля и создание промежуточных межпланетных баз.

В конце ноября 1896 г. К.Э. Циолковский начал писать научно-фантастическую повесть, которая под названием «Вне Земли» впервые была опубликована в 1918 г. (в №№ 2–14 журнала «Природа и люди»). На страницах этой

*Нельзя сказать, что осуждают,
вечно на земле, но, в
погоне за светом и
пространством, скатана
ручка прощальна за
предельный арифметика,
и забыли забавить
себя все ахало-самое
проураново*

Рис. 2. Автограф К.Э. Циолковского, взятый из письма к Б.Н. Воробьеву от 12.08.1911.

повести Константин Эдуардович подробно рассмотрел возможный на его взгляд начальный этап освоения человеком космического пространства. Он описал детали используемых на космических аппаратах технических устройств, рассказал об ощущениях пер-

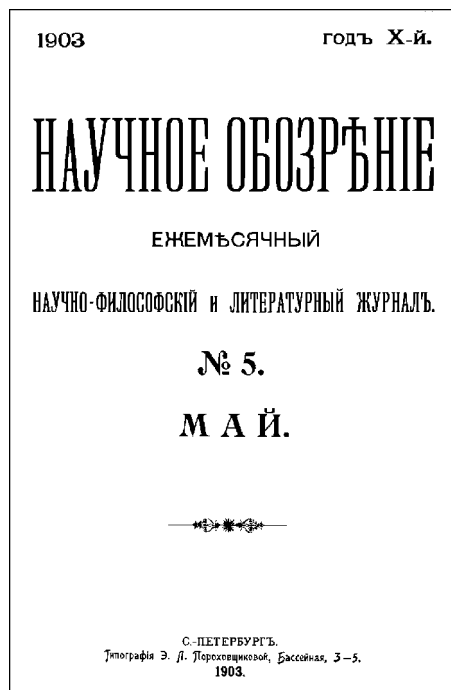
вых покорителей космического пространства и условиях их существования в неведомости, а также попытался представить себе организацию человеческого общества будущего. В этом и во многих других последующих произведениях К.Э. Циолковский всецело исходил из своего основополагающего тезиса, что «в погоне за светом и пространством» человечество не останется вечно на Земле и со временем «завоюет себе все околосолнечное пространство» (см. автограф на рис. 2, позаимствованный из [5]).

Работу над своей основополагающей статьей по ракетодинамике «Исследование мировых пространств реактивными приборами» К.Э. Циолковский начал в августе 1898 г. Из-за с большой загруженности ее подготовка затянулась на несколько лет. Вероятно, на задержку повлияла и личная трагедия ученого, связанная с отравлением и смертью в декабре 1902 г. сына Игнатия, студента Московского университета.

Первая статья «Исследование мировых пространств реактивными приборами» вышла из печати в майском номере журнала «Научное обозрение» за 1903 г. [рис. 3]. К сожалению, трагическая гибель редактора М.М. Филиппова и закрытие журнала в июне привели к утере значительной части тиража пятого номера. К.Э. Циолковский так и не сумел получить обещанные ему вместо гонорара отписки своей статьи из типографии. Тем не менее, как стало известно позже, с этой работой Циолковского, опубликованной в 1903 г., сумели познакомиться ставшие впоследствии известными специалисты по ракетной технике Ф.А. Цандер и В.П. Глушко. Экземпляры пятого номера «Научного обозрения» каким-то образом оказались также в библиотеках Славянского института университета в Гейдельберге, Лейпцигского университета и Конгресса США в Вашингтоне [2, с. 53–54].

Хотя потерялись не все экземпляры журнала, первая работа К.Э. Циолковского по ракетодинамике стала почти недоступной и осталась малоизвестной для широкого круга читателей. В дополнение ко всему, из-за закрытия журнала своевременно не удалось напе-

Рис. 3. Обложка журнала «Научное обозрение», в котором была напечатана статья К.Э. Циолковского.



чатать и продолжение «Исследования мировых пространств реактивными приборами». Вторая часть статьи под тем же названием появилась в журнале «Вестник воздушного флота» лишь спустя 8 лет (№№ 19–22 за 1911 г. и 2,3,5,6,7 и 9 за 1912 г.). В 1914 г. были опубликованы дополнения к этим двум частям «Исследований». В полном виде работа «Исследование мировых пространств реактивными приборами» [3, с. 188–273] была издана в Калуге отдельной брошюрой лишь в 1926 г.

В статье 1903 г. К.Э. Циолковский впервые описал конструкцию своей космической ракеты и привел выведенную им основную формулу ракетодинамики, связывающую идеальную (максимально возможную) скорость одноступенчатой ракеты со скоростью выбрасываемых из двигателя продуктов сгорания и с отношением массы выгоревшего топлива к конечной массе ракеты. Математическое выражение

$$V = W \cdot \ln(1 + M_2/M_1)$$

впоследствии стала называться формулой Циолковского. В данном выражении V — конечная (характеристическая) скорость ракеты, W — эффективная скорость истечения продуктов сгорания из сопла ракетного двигателя, M_2 — масса топлива (израсходованного) и M_1 — масса конструкции ракеты и полезного груза (конечная масса ракеты). Само отношение M_2/M_1 , фактически характеризующее совершенство конструкции ракеты, сейчас известно как число Циолковского.

Анализируя полученную зависимость, К.Э. Циолковский показал, что путем увеличения скорости истечения и массы используемого топлива теоретически можно получить сколь угодно большую конечную скорость, включая первую космическую, достаточную для вывода ракеты на околоземную орбиту, и вторую космическую скорость (~11,2 км/с), необходимую для преодоления силы притяжения Земли и для полетов к другим небесным телам Солнечной системы.

Пороховые ракеты, появившиеся в Китае примерно тысячу лет назад, со временем распространились почти по всему миру и стали широко применяться в боевых действиях. Однако до К.Э. Циолковского никто и не пытался доказать возможность их использования для полетов в космос и межпланетных путешествий. Почти одновременно с Циолковским изучением движения тел переменной массы, т. е. уравнениями ракетодинамики, занимались и другие ученые, но никто из них не рассматривал их применительно к космическим полетам. Одним из таких ученых является известный российский математик И.В. Мещерский (1859–1935), который в своих работах «Динамика точки переменной массы» (1897 г.) и «Уравнения движения точки переменной массы в общем случае» (1904 г.) вывел все основные уравнения ракетодинамики [6]. Многие пионеры ракетной техники, включая Р. Годдарда (1882–1945), Р. Эсно-Пельтри (1881–1957) и Г. Оберта (1894–1989), получили знаменитую формулу ракетодинамики самостоятельно, но позже Циолковского.

В статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами» К.Э. Циолковский дал описание принципиальной схемы жидкостной ракеты, оснащенной двигателем, использующим наиболее эффективное на сегодняшний день кислородно-водородное топливо. Ученый показал, что максимальная эффективность использования химической энергии топлива (65 %) достигается при соотношении массы топлива к конечной массе ракеты $M_2/M_1 \approx 4$. Эскиз космической ракеты (рис. 4), выполненный самим автором в период подготовки рассматриваемой научной работы, появился в печати значительно позже, после знакомства с научным наследием ученого. Данный эскиз близок к схеме конструкции первых тяжелых жидкостных ракет, появившихся спустя почти полвека после их

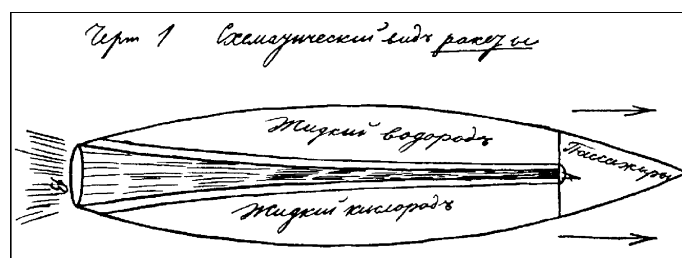


Рис. 4. Схема жидкостной ракеты К.Э. Циолковского.

описания Циолковским. К примеру, немецкая баллистическая ракета А-4 или «Фау-2» (рис. 5), впервые стартовавшая в 1942 г., по внешнему виду и по своей принципиальной схеме почти не отличается от ракеты Циолковского. Естественно, длинный сопловой раструб, предложенный Циолковским для разгона продуктов сгорания топлива, был заменен более эффективным и компактным соплом Лавалья, которое впервые было использовано шведским инженером при создании паровых турбин. Вместо кислородно-водородного жидкостного ракетного двигателя (ЖРД), созданного лишь спустя примерно 20 лет, в начале 60-х годов прошлого века, на Фау-2 пришлось установить менее эффективный кислородно-спиртовый ЖРД. Тем не менее, как и предлагал Константин Эдуардович, для подачи горючего и окислителя в камеру сгорания под большим давлением был применен компактный турбонасосный агрегат, состоявший из мощной газовой турбины и насосов, а охлаждение двигателя осуществлялось с помощью горючего — спирта 75 %-ой концентрации.

Для управления ракетой в полете, как и предусматривал К.Э. Циолковский, немецкие конструкторы во главе с Вернером фон Брауном наряду с автоматическими приборами применили воздушные и газовые рули. Первоначально Константин Эдуардович предлагал использовать для этих целей поворот концевой части выхлопного раструба, т. е. сопловой вставки. В реальных конструкциях карданные подвесы двигателей и поворачивающиеся сопловые вставки появились несколько позже, когда перед ракетчиками остро встал вопрос о дальнейшем повышении эффективности двигательных установок боевых ракет и ракет-носителей (РН). Использование карданного подвеса двигателей и поворотных сопел позволило избавиться не только от аэродинамических и газовых рулей, приводивших к большим потерям тяги и конечной скорости из-за их дополнительной массы и значительного сопротивления, но и почти полностью отказаться также и от специальных рулевых

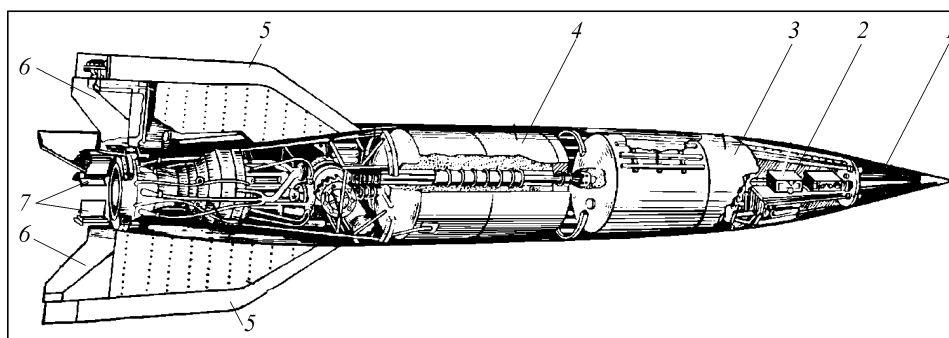


Рис. 5. Первая тяжелая баллистическая ракета «Фау-2» (1942 г.).

1 — боевая часть, 2 — приборный отсек, 3 и 4 — топливные баки, 5 — двигатель, 6 — стабилизаторы, 7 — воздушные рули, 8 — газовые рули.

6. Схема использования газового руля, рис. К.Э. Циолковского из рукописи «Альбом космических путешествий», подготовленной в 1933–1934 гг.

(верньерных) двигателей. Газовый руль, расположенный перед выходным сечением сопла (рис. 6), был предложен Циолковским в качестве простейшего средства управления полетом ракеты в статье 1911 г. [3, с. 113]. Комбинация аэродинамических и газовых рулей применялась не только на «Фау-2», но и на других ракетах первого поколения, в том числе на ракете Р-2 конструкции С.П. Королева и на американском «Редстоуне».

Для посадки на небесные тела и возвращения на Землю К.Э. Циолковский предполагал использовать тот же самый реактивный способ (рис. 7). Если для посадки на другие небесные тела, лишенные атмосферы, приходится применять реактивную тягу, то для возвращения на Землю с самого начала космических полетов нашли более выгодный способ — торможение за счет сопротивления атмосферы. Широкое применение в космической технике нашли и массивные волчки — силовые маховики или гиродины (рис. 8), рассматривавшиеся Циолковским уже в работе «Свободное пространство». В нашей стране впервые шаровые маховики были применены в 1973 г. на пилотируемой космической станции военного назначения «Алмаз». В настоящее время гиродины используются на многих космических аппаратах, требующих точной ориентации, включая Международную космическую станцию, позволяя им существенно экономить драгоценное топливо и продлевать время своей работы. В своих работах К.Э. Циолковский затрагивал также и вопросы использования в ракетах энергии спонтанного деления атомов, т. е. атомной энергии [3, с. 170].

Конечно, достоянием практики стали далеко не все предложения К.Э. Циолковского. Например, предложенный им способ старта в космос под небольшим углом (10–15°) к горизонту, для чего пришлось бы сооружать длинные наклонные эстакады (рис. 9) и значительно усиливать конструкцию самой ракеты, так и не



нашел реального применения. В настоящее время с наклоном к горизонту стартуют только крылатые ракеты, использующие для своего полета подъемную силу крыла, и сравнительно небольшие твердотопливные ракеты, обладающие большой начальной тяговооруженностью. Почти все тяжелые баллистические ракеты и ракетно-носители с самого начала своего появления взлетают строго вертикально и только после набора определенной скорости и высоты начинают постепенно наклоняться в сторону горизонта для быстрого разгона в более

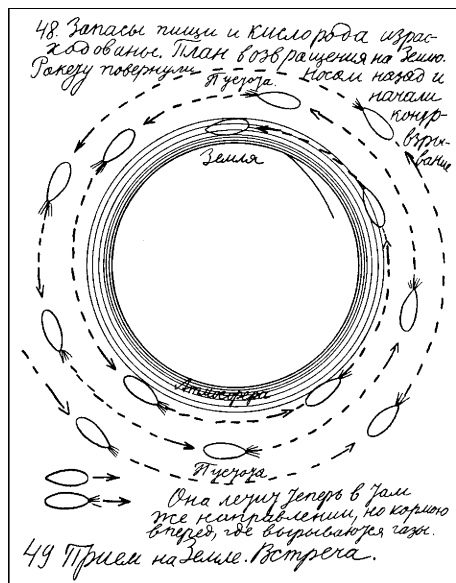


Рис. 7. Схема возвращения космической ракеты на Землю.

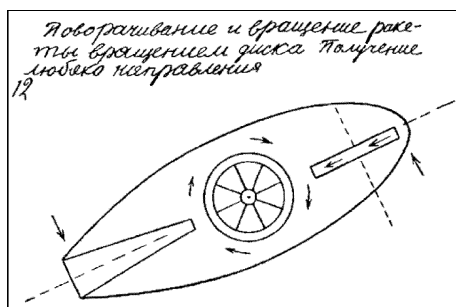


Рис. 8. Использование массивных волчков для управления ракетой в полете.

выгодном режиме. До настоящего времени с отклонением от вертикали запускаются лишь сравнительно небольшие твердотопливные РН Японии. К примеру, 11 февраля 1970 г. при запуске первого японского спутника Ohsumi ракета Lambda-4S-5 стартовала

с направляющей, установленной под углом 63° к горизонту.

После 1903 г. К.Э. Циолковский занимался проблемами ракетодинамики и космических полетов не регулярно, а только время от времени, тратя свои основные усилия на разработку металлических дирижаблей и на постоянные размышления философского характера. Его интерес к исследованиям космического пространства вспыхнул вновь после появления в печати первых работ зарубежных пионеров ракетно-космической техники Р. Эсно-Пельтри (1913) и Р. Годдарда (1919). Особую тревогу Циолковского вызвала книга Г. Оберта «Ракета к планетам» («Die Rakete zu den Planetenräumen»), вышедшая в Мюнхене в 1923 г. В своей работе немецкий ученый подробно рассмотрел основные уравнения движения ракеты и условия ее функционирования, вопросы управления, схему и конструктивные особенности составной (многоступенчатой) ракеты, различные виды жидкого топлива, проекты орбитальных станций, а также некоторые другие вопросы ракетно-космической техники [4]. Краткая заметка о книжке Оберта появилась в СССР 2 октября 1923 г. в газете «Известия» (№ 223). Тогда перед Циолковским впервые возникла реальная угроза утраты своего приоритета в разработках по ракетно-космической тематике.

Для сохранения приоритета К.Э. Циолковскому срочно пришлось подготовить к повторному изданию свою первую работу по ракетодинамике, появившуюся в 1903 г. [7]. В брошюре под названием «Ракета в космическое пространство» были включены предисловие, написанное молодым ученым А.Л. Чижевским на немецком языке, заметка самого Циолковского «Судьба мыслителей, или двадцать лет под спудом» и несколько измененный текст «Исследования мировых пространств реактивными приборами» от 1903 г. В своей заметке основоположник космонавтики отметил: «возможно, что через несколько десятилетий начнутся заатмосферные поднятия, а через несколько столетий (люди — А.М.) достигнут Луны, планет и станут заселять небесные пустыни. Люди будут пользоваться почти бесконечным простором, невообразимо громадной солнечной энергией, непрерывным теплом и светом» [1, с. 94]. Значительная часть тиража новой брошюры, напечатанной в Калуге в марте 1924 г., предназначалась для отправки за границу, прежде всего, в Германию.



Рис. 9. Старт космической ракеты по К.Э. Циолковскому.

Благодаря срочному переизданию статьи 1903 г., поддержке российских ученых и инженеров, а также многочисленных статей в советской печати Циолковскому удалось отстоять свой приоритет в разработке теоретических основ космонавтики. В частных письмах к нему Г. Оберт вынужден был признать его приоритет в разработке ракет для космических полетов [3, с. 21]. В настоящее время практически во всем мире К.Э. Циолковский заслуженно считается основоположником современной космонавтики, хотя отдельные попытки оспорить его приоритет предпринимаются до сих пор.

Как указывалось ранее, полный текст «Исследования мировых пространств реактивными приборами» появился в 1926 г. Последующие наиболее значимые научные работы Циолковского, посвященные ракете и космическим полетам, были изданы в 1927 («Космическая ракета. Опытная подготовка»), 1929 («Космические ракетные поезда» и «Цели звездоплавания»), 1930 («Звездоплывателям») и 1932 гг. («Теория реактивного движения» и «Звездолет»). Параллельно выходили работы, связанные с проблемами создания реактивных самолетов, предназначенных для достижения больших высот и даже для полетов в космос. К ним относятся статьи «Реактивный аэроплан» и «Стратоплан полуреактивный», опубликованные в виде отдельных брошюр в 1930 и 1932 гг. соответственно [3]. В те же годы в различных журналах и газетах печатались многочисленные заметки и рецензии, небольшие статьи К.Э. Циолковского, посвященные вопросам создания металлического дирижабля, развития авиации и космонавтики, а также повторно издавались некоторые ранее публиковавшиеся сочинения ученого. Большинство его черновых набросков и незавершенных статей увидели свет уже после смерти их автора, в 1947 и последующих годах, когда советское государство взялось за окончательное закрепление приоритета по ракетно-космической технике за К.Э. Циолковским. Философские работы ученого-самоучки, основанные на причудливой смеси материализма с идеализмом, утопизма и социалистических идей никак не соответствовали догмам марксизма-ленинизма, и их издание стало возможным только после развала СССР. В единый сборник под названием «Гений среди людей» [1] основная их часть попала только в 2002 г.

К.Э. Циолковский всегда предполагал лишь мирное использование ракет. Например, 12 мая 1905 г. в письме в редакцию газеты «Биржевые новости» он специально подчеркивал: «Работая над реактивными приборами, я имел мирные и высокие цели: завоевать вселенную для блага человечества, завоевать пространство и энергию, выпускаемую Солнцем» [8, с. 16].

Многие технические идеи, нашедшие последующее применение на практике, были предложены К.Э. Циолковским в его научно-фантастических произведениях. Например, в повести «Вне Земли» он подробно рассмотрел устройство скафандра, предназначенного для выхода в открытое космическое пространство. Правда, при этом Константин Эдуардович не учел, что сам человек является мощным источником тепла, из-за чего свое основное внимание уделил предохранению от космического холода, а не охлаждению космонавта от перегрева, хотя и предложил накинуть на черные скафандры белые светоотражающие балахоны. Он также предусмотрел использование в системах жизнеобеспечения терморегуляторов, регенераторов и других необходимых технических устройств.

Путем широкого использования различных растений, выращиваемых в космических оранжереях (рис. 10), К.Э. Циолковский надеялся создать для обитателей космических жилищ полностью замкнутую систему жизнеобеспечения. Он был убежден, что невесомость избавит людей от пут земной тяжести и позволит им не только прекрасно чувствовать себя в космосе, но и собирать огромные жилища для постепенного расселения человечества по всей Вселенной. Для строитель-

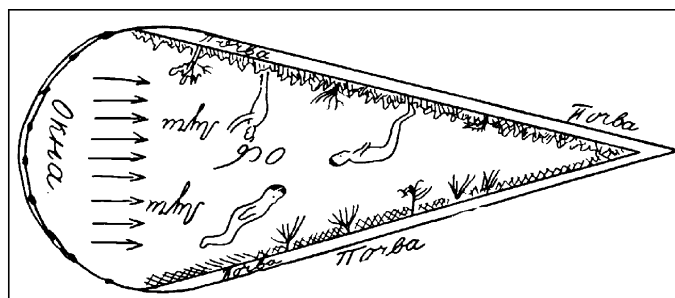


Рис. 10. Космическая оранжерея.

ства таких сооружений предполагалось использовать материалы астероидов, находящихся в поясе между орбитами Марса и Юпитера.

К сожалению, для длительного пребывания людей космическое пространство оказалось в действительности не столь гостеприимным, как ожидалось. Во-первых, большую опасность для живых организмов представляют мощные радиационные пояса, окружающие Землю, а также космическая радиация. Из-за радиационных поясов Земли пилотируемые корабли и станции вынуждены летать на высотах не более 400 км, хотя из-за сопротивления верхних слоев атмосферы это крайне невыгодно с точки зрения затрат топлива. Например, даже из-за влияния весьма разреженной атмосферы Международная космическая станция ежедневно теряет 200–300 м высоты, которую приходится компенсировать регулярными подъемами ее орбиты с помощью ракетных двигателей.

Весьма коварной для всего живого, привыкшего к условиям земной тяжести, оказалась и невесомость, которую К.Э. Циолковский считал исключительным благом. При длительных полетах для предотвращения вымывания кальция из костей и сохранения тонуса мышц космонавты вынуждены использовать специальные препараты и проводить интенсивные физические упражнения, а после возвращения на Землю проходить в условиях клиники реадaptацию к земной тяжести. Хотя к настоящему времени длительность непрерывного пребывания человека на околоземной орбите составляет 438 дней (полет В. Полякова на станции «Мир» в 1994–1995 гг.), проблемы защиты космонавтов от невесомости и космической радиации далеки от окончательного разрешения.

Следует также отметить, что за истекшие полвека космической эры, начавшейся запуском Первого искусственного спутника Земли, людям так и не удалось добиться хотя бы частичного использования растений в системах жизнеобеспечения орбитальных станций. Несмотря на большие усилия, до сих пор не удалось создать в космосе не только гигантские оранжереи, но даже наладить частичное обеспечение экипажей космических кораблей и станций кислородом и пищей за счет зеленых растений. Тем не менее, человечество уже в 1969 г. сумело организовать первую высадку своих представителей на Луну, а его беспилотные зонды к настоящему времени достигли окраин Солнечной системы. При этом радиосигналы от них, например, от американского аппарата «Вояджер», находящегося сейчас на удалении свыше 100 астрономических единиц, т.е. 15 миллиардов километров от Земли, идут до нас более 14 часов. Несмотря на высокую стоимость своей реализации, вновь всерьез стала рассматриваться и идея первого пилотируемого путешествия к Марсу, которое может состояться примерно через четверть века.

Большинство идей и проектов К.Э. Циолковского значительно опережали свое время и не могли сразу же воплотиться в реальные конструкции. К тому же, многие свои эскизные и даже предэскизные разработки Константин Эдуардович часто принимал за законченные проекты и мечтал об их скорейшей реализации

в жизни. Хотя в начале 30-х годов прошлого века, когда в СССР полным ходом шла индустриализация, были предприняты серьезные меры не только по развитию авиации, но и по дирижаблестроению, даже попытки изготовления летающей модели дирижабля Циолковского объемом всего 1000–3000 м³ окончились ничем. Виной тому были не препятствия со стороны руководителей государства, ученых или инженеров, а отсутствие технологии изготовления тонких герметичных металлических оболочек большого объема. К примеру, очень трудным делом оказалась сварка гофрированных листов стали толщиной всего 0,1–0,15 мм. Для такой ответственной работы в стране не было ни инструментов, ни отработанной технологии, ни соответствующих специалистов. По тем же причинам Циолковскому с самого начала пришлось отказаться от применения более легкого и перспективного алюминия, сварка которого тогда еще не была освоена.

Несмотря на арест в ноябре 1919 г. по ложному обвинению в принадлежности к белогвардейскому подполью и двухнедельное пребывание на Лубянке, в последние годы жизни К.Э. Циолковский не был обделен заботой и вниманием как многочисленных энтузиастов межпланетных полетов, так и представителей советской власти. Наконец-то было принято решение о строительстве дирижабля его конструкции, и для его разработки и изготовления создана специальная группа примерно из 50 человек. По ходатайству различных организаций Константину Эдуардовичу была назначена персональная пенсия и выделен академический паек. В Калуге и Москве состоялись торжественные заседания в честь 75-летия ученого, а 27 ноября 1932 г. на заседании Центрального исполнительного комитета СССР ему был вручен орден Трудового Красного Знамени. К юбилею также был подготовлен сборник избранных трудов основоположника космонавтики. Улица Брута (бывшая Коровинская) была переименована в улицу Циолковского, а ряду учреждений в Калуге присвоили имя знаменитого земляка. В ноябре 1933 г. семья Циолковских переехала в отремонтированный дом, подаренный ученому калужским горсоветом на 75-летие.

К тридцатым годам прошлого века имя К.Э. Циолковского стало широко известно всей стране. С ним наладили связь многие члены групп по изучению реактивного движения, а в феврале 1934 г. ученого посетили начальник Реактивного научно-исследовательского института И.Т. Клейменов и руководитель одного из отделов РНИИ М.К. Тихонравов. Вскоре Константин Эдуардович был избран почетным членом Технического совета РНИИ.

Хотя К.Э. Циолковский был многогранной творческой личностью, обладал широтой взглядов и обижался на неприятие свежих и необычных идей другими людьми, все же он и сам далеко не всегда воспринимал кажущиеся ему непонятными новые научные теории. Например, ученый так и не признал теорию относительности А. Эйнштейна и до последних своих дней остался приверженцем классической механики И. Ньютона. Следует также заметить, что Циолковский в своих работах использовал не общепринятые в науке латинские обозначения, а буквы русского алфавита, что вызывало затруднение при чтении его статей и требовало их изменения при последующих изданиях.

С февраля 1935 г. К.Э. Циолковский начал чувствовать постоянную боль в верхней части желудка. Несмотря на мучения, он, как и прежде, продолжал интенсивно трудиться над своими статьями и другими материалами. 8 сентября ему была сделана операция по поводу рака желудка. 13 сентября Константин Эдуардович подписал подготовленное Б. Монастыревым письмо к И.В. Сталину, которое содержало часто цитировавшиеся впоследствии строчки с патетическими словами: «Все свои труды по авиации, ракетоплаванью и межпланетным сообщениям передаю партии большевиков и Советской власти — подлинным руководителям прогресса

человеческой культуры». 17 сентября, в день своего 78-летия К.Э. Циолковский в числе сотен других получил правительственную телеграмму с пожеланиями здоровья и дальнейшей плодотворной работы, подписанную самим Сталиным. Спустя два дня великий российский ученый, всемирно признанный основоположник космонавтики ушел из жизни.

В 1954 г. Академия наук СССР учредила золотую медаль им. К.Э. Циолковского «За выдающиеся работы в области межпланетных сообщений». Труды ученого особенно широко стали пропагандироваться в СССР после запуска Первого искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г. Именем Циолковского был назван кратер диаметром 183 км, расположенный на обратной стороне Луны [6]. С 1966 г. в Калуге проводятся ежегодные Циолковские чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей ученого. Труды этих научных конференций публикуются в специальных тематических сборниках [9]. В этом году российские ракетчики отметили 150-летний юбилей великого ученого запуском грузового корабля «Прогресс М-61», названного «Константином Циолковским». 5 августа этот корабль успешно состыковался с Международной космической станцией и доставил членам ее 15-й постоянной экспедиции продукты питания, оборудование и материалы для проведения научных экспериментов, а также топливо для коррекций орбиты научного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Циолковский К.Э. Гений среди людей. — М.: Мысль, 2002. — 542 с.
2. Желнина Т.Н. К.Э. Циолковский (развернутая биохроника жизни и научной деятельности). — М.: Знание, 1999. — 169 с.
3. Циолковский К.Э. Реактивные летательные аппараты. — М.: Наука, 1964. — 476 с.
4. Пионеры ракетной техники. Избранные труды (1891–1938). Гансвиндт, Годдард, Эсно-Пельтри, Оберт, Гоман. — М.: Наука, 1977. — 632 с.
5. Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами. — М.: Машиностроение, 1967. — 376 с.
6. Космонавтика. Энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. 1985. — 528 с.
7. Чижевский А.Л. На берегу Вселенной. Годы дружбы с Циолковским. Воспоминания. — М.: Мысль, 1995. — 735 с.
8. Космодемьянский А.А. Константин Эдуардович Циолковский. — М.: Наука, 1988. — 304 с.
9. Идеи К.Э. Циолковского и современность. Избранные труды VI–VIII Чтений К.Э. Циолковского. — М.: Наука, 1979. — 248 с.

Статья поступила в редакцию 6 августа 2007 г.