

---

---

## КОНСТАНТИН ЭДУАРДОВИЧ ЦИОЛКОВСКИЙ

(краткая научная биография)

Константин Эдуардович Циолковский родился 5(17) сентября 1857 г. в селе Ижевском Спасского уезда Рязанской губернии. Отец его был лесничим, а затем педагогом и чиновником. Семья Циолковских часто переезжала с места на место, нередко терпела нужду.

На десятом году жизни Циолковский в результате осложнений после тяжелой болезни почти полностью потерял слух. Это оказало большое влияние на всю его последующую жизнь. Глухота помешала ему продолжать занятия в школе, и он вынужден был заниматься самостоятельно.

С 14-летнего возраста Циолковский, пользуясь библиотекой отца, начинает систематически изучать естественные науки. «Но книг было мало, — вспоминал впоследствии ученый, — учителей у меня совсем не было, а потому мне приходилось больше создавать и творить, чем воспринимать и усваивать. Указаний, помощи ниоткуда не было, непонятого в книгах было много и разъяснять приходилось все самому. Одним словом, творческий элемент, элемент саморазвития, самобытности преобладал»<sup>1</sup>.

В это же время проявляется его склонность к изобретательству: он мастерит из тонкой бумаги воздушные шары, изготавливает модели паровых машин и насосов, строит маленький токарный станок, конструирует тележку с ветряком и автомобиль,двигающийся силой реакции струи пара.

Заметив у сына талант изобретателя, отец в 1873 г. посылает его для продолжения самообразования в Москву. Занимаясь самостоятельно,

---

<sup>1</sup> К. Э. Циолковский. Из автобиографии. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 2, д. 1, л. 5.

Циолковский проходит полный курс математики и физики за среднюю школу и значительную часть университетского курса.

В эти же годы Циолковский начинает задумываться над различными научно-техническими проблемами. Например: нельзя ли практически воспользоваться энергией движения Земли? Какую форму примет поверхность жидкости в сосуде, вращающемся вокруг своей оси? Нельзя ли устроить поезд вокруг экватора, в котором не было бы тягести от центробежной силы? Нельзя ли строить металлические аэростаты, не пропускающие газа и вечно носящиеся в воздухе? Нельзя ли эксплуатировать в паровых машинах высокого давления мятый пар? Нельзя ли применить центробежную силу к поднятию за атмосферу в небесные пространства?

В 1876 г. Циолковский возвращается из Москвы к родным и начинает заниматься преподаванием (дает частные уроки). Свой досуг в эти годы он посвящает конструированию различных станков и машин. Стремление к подобного рода деятельности у него было так велико, что он даже снял для своей мастерской отдельную квартиру. «Вся моя жизнь, — писал он впоследствии, — состояла из размышлений, вычислений, практических работ и опытов. Меня всегда сопровождала домашняя мастерская. Если она разрушалась, например, на пожаре или наводнении, то я снова ее заводил или пополнял»<sup>2</sup>.

Сдав в 1879 г. экстерном экзамен на звание учителя народного училища, Циолковский в 1880 г. получает назначение в Боровское уездное училище Калужской губернии, где он преподает арифметику и геометрию. Одновременно он приступает к проведению научных исследований, посвящая им почти все свободное время.

К 1881 г. относится его первая работа «Теория газов». Не зная об исследованиях, проведенных ранее другими учеными, Циолковский совершенно независимо разрабатывает основы кинетической теории газов. В это же время им были написаны «Механика подобно изменяющегося организма» (получившая высокую оценку И. М. Сеченова) и «Продолжительность лучеиспускания звезд». На основании представленных работ Циолковского избирают членом Русского физико-химического общества.

Круг научных интересов Циолковского был исключительно широк. Его увлекали самые разнообразные вопросы естествознания и техники — астрономия и небесная механика, энергетика и астробиология, физика и геохимия. Кроме того, он занимался философией и лингвистикой. Но особое место в его деятельности занимают исследования в области авиации, воздухоплавания и межпланетных сообщений. Этим трем проблемам посвящены основные работы Циолковского.

<sup>2</sup> К. Э. Циолковский. Автобиографические черты. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 2, д. 3, л. 2 об.

Воздухоплаванием Циолковский начал интересоваться очень рано — в возрасте 15—16 лет. Уже тогда он увлекся идеей создания металлического аэростата и занимался решением вопроса, «каких размеров должен быть воздушный шар, чтобы подняться на воздух с людьми, будучи сделан из металлической оболочки определенной толщины»<sup>3</sup>.

В 1885 г. Циолковский приступил к систематическим исследованиям в области проектирования летательных аппаратов легче воздуха. В своем рукописном труде «Теория и опыт аэростата, имеющего в горизонтальном направлении удлиненную форму» (1886 г.) он дает теоретическое обоснование конструкции металлического дирижабля. Весной 1887 г. результаты исследований были доложены им на заседании отделения физических наук Общества любителей естествознания. Председательствовавший на заседании А. Г. Столетов передал рукопись на отзыв Н. Е. Жуковскому.

В последующие годы Циолковский продолжал работать над усовершенствованием своего проекта. Особенности предложенной им конструкции заключались в применении гофрированной металлической оболочки, а также в возможности изменять объем аэростата в полете и нагревать наполнявший его газ за счет тепла отработанных продуктов сгорания. Необходимость изменения объема дирижабля в полете диктовалась стремлением сохранить постоянную подъемную силу при различных температурах окружающего воздуха и различных высотах полета, а подогрев газа давал возможность регулировать подъемную силу при подъеме и спуске без потери газа и балласта.

В 1890 г. Циолковский направил свое исследование о цельнометаллическом дирижабле и небольшую бумажную модель его Д. И. Менделееву. По предложению последнего, проект Циолковского был рассмотрен на заседании VII воздухоплавательного отдела Русского технического общества. Дальнейшее развитие теории цельнометаллического дирижабля было дано Циолковским в работе «Аэростат металлический, управляемый», относящейся к 1892 г. Однако, несмотря на то, что идеи Циолковского были одобрены рядом ученых, материальной поддержки он не получил и вынужден был отказаться от планов постройки дирижабля.

Большое внимание уделял Циолковский разработке вопросов аэродинамики и авиации. В 1890 г. им была закончена рукопись «К вопросу о летании посредством крыльев», в которой он исследовал величину сил, действующих на плоскую пластинку при ее движении в воздухе. Здесь же Циолковским была впервые сделана попытка дать количественную оценку влияния удлинения пластинки на величину аэродинамических сил.

Эта работа была положительно оценена Н. Е. Жуковским, который указывал, что оригинальные методы исследования, рассуждения и остро-

<sup>3</sup> Автобиография К. Э. Циолковского в его работе «Простое учение о воздушном корабле и его построении», изд. 2. Калуга, 1904, стр. IV.

умные опыты автора не лишены интереса и, во всяком случае, характеризуют его как талантливого исследователя.

В 1891 г. часть указанной рукописи Циолковского была напечатана в «Трудах отделения физических наук Общества любителей естествознания» под названием: «Давление жидкости на равномерно движущуюся в ней плоскость». Это была первая печатная работа ученого.

В 1892 г. Циолковский переезжает в Калугу, где, продолжая заниматься преподаванием, не прерывает своих научных исследований. В 1894 г. в журнале «Наука и жизнь» была опубликована его работа «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина». В этой работе Циолковским была предложена схема самолета с металлическим каркасом, очень близкая к современной: моноплан с обтекаемым фюзеляжем, свободнонесущие крылья, толстый профиль с закругленной передней кромкой, колесное шасси, двигатель внутреннего сгорания. Был дан также анализ этой схемы как с точки зрения аэродинамики, так и с точки зрения прочности конструкции.

Работая над проектами дирижабля и самолета, Циолковский столкнулся с необходимостью получения точных данных о сопротивлении среды. После ряда опытов в естественных условиях он пришел к идее испытания моделей в условиях искусственного потока воздуха. В 1897 г. им была построена в Калуге аэродинамическая труба со свободной струей воздуха, в которой он производил продувки тел различной формы. Это была первая в России аэродинамическая труба, примененная для исследований, связанных с разработкой вопросов авиации. Результаты проведенных опытов и сделанные выводы были изложены Циолковским в работе «Давление воздуха на поверхности, введенные в искусственный воздушный поток» (1898 г.), опубликованной в журнале «Вестник опытной физики и элементарной математики».

В сентябре 1899 г. ученый обратился в Академию наук с просьбой рассмотреть результаты его первых опытов по сопротивлению воздуха и ассигновать средства на их продолжение. На заседании физико-математического отделения Академии академик М. А. Рыкачев дал весьма благоприятный отзыв об опытах Циолковского, отметив, что они «заслуживают полного внимания Академии как по идее, так и по разнообразию опытов»<sup>4</sup>.

На основании отзыва Рыкачева Академия наук выдала Циолковскому пособие на проведение дальнейших опытов по сопротивлению воздуха, позволившее ему значительно расширить программу исследований. В мае 1900 г. ученый приступил к постройке новой аэродинамической трубы значительно больших размеров, чем первая (площадь поперечного сечения трубы была увеличена в 4 раза). К концу года труба была построена, и Циол-

<sup>4</sup> Выписка из протокола заседания физико-математического отделения Академии наук от 6 октября 1899 г. Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1а, № 146.

ковский смог приступить к проведению опытов, а еще через год им был представлен в Академию наук отчет о первой части проведенных экспериментов.

Циолковский рассчитывал, что представленный им «Отчет Академии наук об опытах по сопротивлению воздуха» будет опубликован в изданиях Академии, однако, несмотря на то, что отчет содержал ряд важных выводов, до Октябрьской революции эта работа Циолковского так и не была напечатана. Ученому удалось опубликовать в 1902 г. в журнале «Научное обозрение» лишь небольшую статью «Сопротивление воздуха и воздухоплавание», в которой им были даны основные выводы из опытов по сопротивлению воздуха, проведенных им в 1900—1901 гг.

Среди трудов Циолковского особенно выделяются его исследования в области ракетодинамики и аэронавтики. Мысль о возможности покорения безграничных мировых пространств возникла у Циолковского очень рано — еще во время пребывания в Москве в 1873—1876 гг. В ту пору для достижения космических скоростей он предполагал использовать свойства центробежной силы. «Я был так взволнован, даже потрясен, — писал позднее Константин Эдуардович, — что целую ночь не спал — бродил по Москве и все думал о великих следствиях моего открытия. Но уже к утру я убедился в ложности моего изобретения. Разочарование было так же сильно, как и очарование. Эта ночь на всю жизнь мою оставила след. Через 30 лет я еще иногда вижу во сне, что поднимаюсь к звездам на моей машине и чувствую такой же восторг, как в ту незапамятную ночь»<sup>5</sup>.

В 1878—1879 гг. Циолковский начал составлять «астрономические чертежи», тогда же им был сконструирован прибор для изучения действия на живой организм ускорения силы тяжести, а еще через четыре года он впервые приходит к мысли о возможности использования реактивного принципа для движения в мировом пространстве. В своей рукописной работе «Свободное пространство», законченной в 1883 г., он писал: «Положим, что дана бочка, наполненная сильно сжатым газом. Если отвернуть один из ее тончайших крапов, 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 прерывное изменение движения бочки»<sup>6</sup>. В этой же работе Циолковский пришел к выводу, что в свободном пространстве движение невозможно без потери материи.

Дальнейшее развитие идея Циолковского о межпланетных сообщениях получила в его научно-фантастических произведениях «На Луне» (1893) и «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения» (1895). Константин Эдуардович большое место отводил научной фантастике. Он писал: «Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка; за ними шествует

<sup>5</sup> К. Э. Циолковский. Простое учение о воздушном корабле и его построении. Изд. 2. Калуга, 1904, стр. IV.

<sup>6</sup> Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 31, л. 41 об — 42.

научный расчет, и уже в конце концов исполнение венчает мысль. Моя работа относится 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 много вычислял, но и исполнял, работая также руками. Но нельзя не быть идее: исполнению предшествует мысль, точному расчету — фантазия»<sup>7</sup>.

Наибольший интерес представляет его научно-фантастическое произведение «Грезы о Земле и небе...», в котором, в частности, им впервые высказана мысль о создании искусственного спутника Земли. В этом произведении Константин Эдуардович писал, что «воображаемый спутник Земли, вроде Луны, но произвольно близкий к нашей планете, лишь вне пределов ее атмосферы, значит верст за 300 от земной поверхности, представит, при очень малой массе, пример среды, свободной от тяжести»<sup>8</sup>, и ставил вопрос, «как сообщить земному телу скорость, необходимую для возбуждения центробежной силы, уничтожающей тяжесть Земли, когда эта скорость должна доходить до 8 верст в одну секунду?»<sup>9</sup>.

С 1896 г. Циолковский приступает к углубленным теоретическим изысканиям о возможности решения проблемы межпланетных сообщений при помощи ракет. Мысль эта не являлась новой, ее высказывали и раньше, однако величайшей заслугой Циолковского является то, что им впервые была строго научно доказана возможность применения реактивного принципа для полетов в мировом пространстве и создана теория прямолинейного движения ракет.

Ознакомление с рабочими материалами Циолковского, хранящимися в Московском отделении Архива АН СССР, показывает, что уже в 1897 г. он вывел свою ныне широко известную формулу, устанавливающую аналитическую зависимость между скоростью ракеты в любой момент времени, скоростью истечения газа из сопла двигателя, массой ракеты и массой израсходованных взрывчатых веществ (см. рис. на стр. 467).

При выводе этой формулы Циолковский исходил из предположения о постоянстве относительной скорости истечения частиц газа. Эта гипотеза Циолковского и до настоящего времени широко применяется в ракетодинамике.

Согласно формуле Циолковского, скорость полета ракеты (без учета сил тяготения и сопротивления воздуха) равняется:

$$V = V_1 \ln \left( \frac{M_1 + M_2}{M_1 + M} \right),$$

<sup>7</sup> К. Э. Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами. «Вестник воздухоплавания», 1911, № 19, стр. 16—17.

<sup>8</sup> К. Э. Циолковский. Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения. М., 1895, стр. 49—50.

<sup>9</sup> Там же, стр. 50.

Дана Москва 1897 г.

(39)

16...  $\frac{v}{v_1} = -l \cdot \text{nat} \left\{ 1 + \frac{M_2}{M_1} \right\}$

20...  $v_1 = 5700 \text{ м/с}$

$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} \left[ 2 \cdot \frac{1}{\text{nat} \left( 1 + \frac{M_2}{M_1} \right)} \right]^2$

№№ Табл. 22

$\frac{M_2}{M_1}$	$\frac{v}{v_1}$	$v$
1	0,693	3920
2	1,098	6260
3	1,386	7880
4	1,609	9170
5	1,792	10.100
6	1,946	11.100
7	2,079	11850

28...  $t = \frac{v}{p}$ ; 29...  $\frac{p}{g}$

31...  $t = \frac{v_2}{p-g}$ ; 32...  $\frac{p-g}{g}$

34...  $v = v_2 \cdot \left\{ \frac{p}{p-g} \right\}$

35...  $v_2 = -v_1 \cdot \left( \frac{p-g}{p} \right)^l \cdot \left( 1 + \frac{M_2}{M_1} \right)$

$\frac{M_2}{M_1} = l \cdot \frac{v_2 \cdot \left( \frac{p-g}{p} \right)}{v_1}$

(33)  $\frac{M_2}{M_1} = l \cdot \frac{\frac{v_2 \cdot p}{v_1 \cdot (p-g)}}{2}$

44...  $p_1 = p - g$

45...  $p = \frac{p-g}{2} \cdot t^2$

46...  $p = \frac{v_2^2}{2(p-g)}$

47...  $p = \frac{v^2}{2p} \cdot \left( 1 - \frac{g}{p} \right)$

56...  $\frac{T_1}{T} = 1 - \frac{g}{p}$

$T = \frac{v^2}{2g}$  ... 48

где

- $V$  — скорость ракеты в любой момент времени;  
 $V_1$  — относительная скорость истечения частиц газа;  
 $M_1$  — масса ракеты без взрывчатых веществ;  
 $M_2$  — полная масса взрывчатых веществ в начале движения;  
 $M$  — переменная масса взрывчатых веществ, оставшихся невзорванными в данный момент времени.

Максимальная скорость будет при  $M = 0$ , т. е.

$$V_{\max} = V_1 \ln \left( 1 + \frac{M_2}{M_1} \right).$$

Нетрудно видеть, что скорость движения ракеты в пустоте теоретически не ограничена и зависит лишь от скорости истечения частиц газа и от отношения массы взрывчатых веществ к массе ракеты.

Этот вывод Циолковского имел очень большое значение для дальнейшего развития ракетной техники, так как свидетельствовал о возможности достижения космических скоростей и указывал, в каких направлениях должны были развиваться теоретические исследования в этой области. Согласно формуле Циолковского, для повышения скорости полета ракеты необходимо было работать над повышением скорости истечения частиц газа и над увеличением относительного (а не абсолютного) запаса топлива.

Эта формула давала идеальную скорость ракеты без учета потерь, обусловленных силами тяготения и сопротивления среды. В дальнейшем Циолковский усложнил задачу: он ввел в расчет притяжение Земли и сопротивление воздуха и произвел расчеты для случаев, близких к действительным.

Вводя в расчет силу тяжести, Циолковский получил:

$$V_{\max} = V_1 \ln \left( 1 + \frac{M_2}{M_1} \right) \cdot \left( \frac{p-g}{p} \right),$$

где

- $p$  — абсолютное ускорение ракеты;  
 $g$  — ускорение земного тяготения.

В 1903 г. Циолковский опубликовал свой классический труд «Исследование мировых пространств реактивными приборами», в котором впервые была научно обоснована возможность осуществления космических полетов при помощи ракеты и даны основные расчетные формулы ее полета. В этой же работе ученым было уделено большое внимание вопросам топлива для космической ракеты. До конца XIX в. находили применение лишь реактивные двигатели на твердом топливе — пороховые ракеты. Однако Циолковский показал, что для ракет дальнего действия наиболее эффективным является двигатель, работающий на жидком топливе, и дал принципиальную схему такого двигателя.

Значение работы «Исследование мировых пространств реактивными приборами» трудно переоценить. Заслугой Циолковского является то,

что он внес большой вклад в новый раздел механики — механику тел переменной массы, создал теорию полета ракеты с учетом изменения ее массы в процессе движения и строго научно обосновал возможность достижения космических скоростей.

Однако в первом десятилетии XX в. эта работа осталась незамеченной как в России, так и за границей. Вторично она была напечатана (в значительно расширенном виде) в 1911—1912 гг. в журнале «Вестник воздухоплавания». Этим было положено начало популяризации идей Циолковского в области межпланетных сообщений. В статье 1911—1912 гг. ученый подробно исследовал сопротивление атмосферы и пришел к выводу, что работа, необходимая для преодоления сопротивления атмосферы, составляет лишь незначительную часть работы, необходимой для преодоления сил тяготения. В этой же статье Циолковским было сделано вычисление наиболее выгодного угла подъема ракетного корабля, пробивающего слой атмосферы, а также высказана мысль о возможности использования для межпланетных полетов энергии распада атомов.

В 1914 г. Циолковский издал отдельной брошюрой дополнение к работам 1903 и 1911—1912 гг., в котором он, в частности, сформулировал свои теоремы о реактивном движении. Здесь же он указал на возможность применения озона в качестве окислителя. Впоследствии Циолковский еще несколько раз возвращался к работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами», дополняя и развивая ее.

Не ограничиваясь разработкой теоретических вопросов, Циолковский дал ряд практических указаний по вопросам проектирования и изготовления отдельных деталей ракеты. С 1903 по 1917 г. им было предложено несколько схем конструкции космических ракетных кораблей. При этом им были рассмотрены такие вопросы, как управление ракетой в безвоздушном пространстве, охлаждение стенок камеры сгорания одним из компонентов топлива, применение тугоплавких элементов и др.

В годы, предшествовавшие первой мировой войне, Циолковский, наряду с разработкой вопросов реактивного летания, продолжал также свои исследования в области воздухоплавания. С 1910 по 1914 г. им было опубликовано пять брошюр, посвященных проблеме цельнометаллического дирижабля.

В мае 1914 г. Константин Эдуардович принял участие в проходившем в Петербурге III Всероссийском воздухоплавательном съезде, на котором он выступил с докладом о проекте своего дирижабля, демонстрируя привезенные им модели. На свое изобретение Циолковский получил патенты в Германии, Англии, Франции, Италии, Бельгии, однако до революции в России его проект цельнометаллического дирижабля так и не получил практического осуществления.

Исследования Циолковского затрагивали также ряд других областей естествознания и техники. В 1914 г. им была издана книга «Второе

начало термодинамики», в которой ученый возражал против беспредельного расширения границ применимости известного энтропийного постулата Клаузиуса: «теплота не может сама собой перейти от более холодного тела к более теплomu», и ставил под сомнение высказанное им положение о том, что «энтропия вселенной стремится к максимуму». Эта работа Циолковского была направлена против получившего сравнительно широкое распространение взгляда о постоянном обесценивании энергии в природе и о якобы неизбежной тепловой смерти вселенной. Опираясь на указанный выше постулат Клаузиуса и возводя его в ранг всеобщего закона природы, сторонники этой теории утверждали, что настанет время, когда солнца потухнут, мир замрет, все живое уничтожится. Но этого не будет, возражал им Циолковский, если постулат Клаузиуса не признавать началом или законом, а рассматривать его лишь как «наблюдение, часто повторяющееся, по-видимому очевидное, но как будто нарушаемое по словам самих же ученых»<sup>10</sup>.

В этой же работе, рассматривая гравитационную обратимость энергии, Циолковский писал: «...в моей душе созрело семя надежды об обратимости процесса рассеяния тепла. Если это так, то человечеству открывается будущее, независимое от солнечной энергии»...<sup>11</sup>

Ознакомление с научным наследием Циолковского показывает, что начало его размышлений над вопросами обратимости явлений относится к концу прошлого столетия. В 1905 г. им была закончена рукопись работы «Второе начало термодинамики», опубликовать которую ему удалось лишь в 1914 г. Впоследствии Циолковский еще несколько раз возвращался к вопросу об обратимости явлений, написав ряд статей, посвященных этой проблеме.

После опубликования работы «Второе начало термодинамики» Циолковский в сентябре 1916 г. обратился в Общество содействия успехам опытных наук и их практических применений им. Х. С. Леденцова с просьбой выдать ему субсидию на проведение описанных опытов. Однако экспертная комиссия Общества дала отрицательное заключение, и в выдаче субсидии Циолковскому было отказано.

Годы первой мировой войны были как материально, так и морально одним из самых тяжелых периодов в жизни Циолковского. Семья его непрерывно испытывала нужду и лишения. И без того скудные возможности издавать свои произведения — а это было для Константина Эдуардовича чрезвычайно важно, так как только таким путем он надеялся сохранить свои идеи для следующих поколений, — были еще более ограничены. Показательно, что за два последних военных года (1916—1917) ему удалось

<sup>10</sup> К. Э. Циолковский. Второе начало термодинамики. Калуга, 1914, стр. 6.

<sup>11</sup> Там же, стр. 23.

опубликовать лишь одно свое произведение с очень красноречивым названием: «Горе и гений».

До революции условия для творческой деятельности Циолковского были исключительно тяжелыми. Его идеи, намного опережавшие свое время, не находили признания у представителей официальной науки. Ему приходилось сталкиваться с равнодушным и неверием, многие считали его беспочвенным мечтателем, скептически относились к ученому-самоучке без диплома. Не получая ни материальной, ни моральной поддержки, Циолковский был предоставлен самому себе. «Тяжело работать, — с горечью писал он, — в одиночку, многие годы, при неблагоприятных условиях и не видеть ниоткуда просвета и содействия»<sup>12</sup>. Однако его поддерживала вера в успех дела, которому он посвятил всю свою жизнь. Он не хотел и не мог примириться с тем, что его работы считали беспочвенными фантазиями, обреченными на неудачу. «Было время, и очень недавнее, — писал он, как бы бросая вызов всем, кто не верил в осуществимость его идей, — когда идея о возможности узнать состав небесных тел считалась даже у знаменитых ученых и мыслителей безрассудной. Теперь это время прошло. Мысль о возможности более близкого непосредственного изучения вселенной, я думаю, в настоящее время покажется еще более дикой. Стать ногой на почву астероидов, поднять рукой камень с Луны, устроить движущиеся станции в эфирном пространстве, образовать живые кольца вокруг Земли, Луны, Солнца, наблюдать Марс на расстоянии нескольких десятков верст, спуститься на его спутники или даже на самую его поверхность, что, по-видимому, может быть сумасброднее! Однако только с момента применения реактивных приборов начнется новая, великая эра в астрономии — эпоха более пристального изучения неба»<sup>13</sup>.

Коренным образом изменились условия жизни и работы Циолковского после Великой Октябрьской социалистической революции. В 1919 г. Циолковский был избран членом Социалистической (позднее Коммунистической) Академии, а в сентябре 1921 г. постановлением Совнаркома РСФСР ему была назначена персональная пенсия. Впервые за много лет Циолковский получает возможность полностью посвятить себя научной работе.

Признание и высокая оценка его трудов вызвали у ученого новый прилив творческих сил. Если до Октябрьской революции им было написано 130 работ (из них напечатано около 50), то за годы Советской власти число его печатных и рукописных работ превысило 500.

«При Советском правительстве, — писал он в своей автобиографии, — обеспеченный пенсией, я мог свободнее отдаться своим трудам и, почти

---

<sup>12</sup> К. Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами (дополнение к I и II части труда того же названия). Калуга, 1914, стр. 7.

<sup>13</sup> К. Э. Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами. «Вестник воздухоплавания», 1912, № 9, стр. 8.

незамеченный прежде, я возбудил теперь внимание к своим работам»<sup>14</sup>.

Начинают осуществляться идеи Циолковского. Советское правительство признало необходимой реализацию проекта цельнометаллического дирижабля. Ряд организаций приступил к проведению опытных работ по определенным разделам предложения Циолковского. Ученый продолжает развивать теорию металлического аэростата, критически рассматривает существующие системы дирижаблей, дает необходимые консультации и советы.

В эти же годы Циолковский продолжает свои исследования в области межпланетных сообщений. В 1920 г. была опубликована в виде отдельной брошюры его научно-фантастическая повесть «Вне Земли», работа над которой была начата им еще в 1896 г. Циолковский в популярной форме изложил программу предстоящего освоения человеком космоса, описал условия полета и жизни в космическом корабле, на искусственном спутнике Земли, на Луне и на астероидах. Следует отметить, что, несмотря на занимательную форму изложения, все расчеты и пояснения автора имели строго научные основы и, как правило, являлись результатом его исследований. В этом произведении получила отражение мысль Циолковского о том, что для решения задачи завоевания космического пространства необходимо объединить усилия ученых всех стран, создать международный коллектив ученых, инженеров и изобретателей, которым будут обеспечены все необходимые условия для плодотворной работы.

Продолжая свои исследования в области реактивного движения, Циолковский в 1921 г. составляет план статьи «Ракета», в которой он предполагал рассмотреть ряд вопросов реактивных полетов в пустоте и в пределах атмосферы. К этому же периоду относятся его рукописные и печатные работы: «Космическая ракета» (1923), «Реактивный прибор» (1924), «Ракета в космическом пространстве» (1924), «Космический корабль» (1924), «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1926) и др.

В конце первой половины 20-х годов Циолковский, стремясь уменьшить количество топлива, необходимого для космических полетов, высказал мысль о возможности возвращения на Землю без затраты горючего за счет использования сопротивления атмосферы. (Следует отметить, что этим же вопросом занимались: в СССР — Ю. В. Кондратьев и Ф. А. Цандер, в Германии — В. Гоманн. В печати это предложение было впервые опубликовано в 1924 г. Ф. А. Цандером в его статье «Перелеты на другие планеты»).

С середины 20-х годов Циолковский начинает заниматься разработкой

---

<sup>14</sup> К. Э. Циолковский. Черты из моей жизни. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 2, д. 13, л. 65.

теории полета реактивных самолетов. До последнего времени биографы ученого считали, что этими вопросами он интересовался лишь в последние годы жизни, и относили начало работы над этой проблемой к 1929—1930 гг. Однако внимательное ознакомление с научным наследием Циолковского показывает, что интерес к этим вопросам пробудился у него несколько раньше. Из хранящихся в Московском отделении Архива АН СССР рукописей ученого (часть этих документов публикуется в готовящемся к переизданию втором томе Собрания сочинений К. Э. Циолковского) видно, что уже в 1924—1925 гг. им был сделан ряд расчетов, относящихся к реактивным самолетам. В 1926 г. им была закончена работа «Аэроплан-ракета (Новый самолет для больших высот и скоростей)», послужившая основой для печатной работы «Новый аэроплан». Дальнейшее развитие его идеи в области теории реактивных самолетов получили в печатных и рукописных работах: «Новый аэроплан» (1929), «Реактивный аэроплан» (1930), «Восходящее ускоренное движение ракетоплана» (1930), «Стратоплан полуреактивный» (1932) и др.

Рассмотрев типы самолетов, пригодных для различных скоростей и высот полета, Циолковский пришел к совершенно правильному выводу о том, что при повышении высоты и скорости полета поршневые двигатели должны будут уступить место двигателям реактивным. Ему принадлежат пророческие слова: «За эрой аэропланов винтовых должна следовать эра аэропланов реактивных или аэропланов стратосферы»<sup>15</sup>. Значение этих слов становится особенно ясным, если вспомнить, что они были произнесены задолго до постройки первого реактивного самолета, в период безраздельного господства поршневой авиации.

Характеризуя различные типы авиационных двигателей, Циолковский отмечал, что для самолетов, летающих на высоте, не превышающей 3—4 км, со скоростью до 500 км/час, наиболее подходящими двигателями являются поршневые; при увеличении высоты и скорости полета он рекомендовал применять сначала турбовинтовые, а затем турбокомпрессорные двигатели и, наконец, (при еще большем увеличении высоты и скорости полета) жидкостные реактивные двигатели.

С 20-х годов идеи Циолковского о покорении мировых пространств начинают получать в СССР все более широкое распространение. В 1924 г. при Военно-научном обществе Академии воздушного флота была создана секция реактивного движения, ставившая перед собой задачу объединения всех лиц, работающих в СССР по данному вопросу. В том же году в Москве было создано Общество изучения межпланетных сообщений, насчитывавшее уже около 150 членов, а в 1927 г. в Москве была организована Первая мировая выставка межпланетных аппаратов и механиз-

<sup>15</sup> К. Э. Циолковский. Реактивный аэроплан. Калуга, 1930, стр. 19.

мов, на которой нашло отражение научное творчество Циолковского и других отечественных и иностранных ученых, работавших в этой области.

В конце 20-х — начале 30-х годов Циолковский в своих исследованиях в области межпланетных сообщений основное внимание уделяет двум проблемам — достижению космических скоростей и нахождению наиболее пригоднейшего топлива для ракеты.

Теоретическая проблема достижения космических скоростей была решена Циолковским еще в конце XIX столетия, однако техническое решение этой задачи представляло значительные трудности. Одним из наиболее сложных вопросов являлось конструирование ракеты, в которой можно было бы разместить запас топлива, необходимый для достижения космических скоростей. Расчеты показывали, что этот запас во много раз превосходит вес пустой ракеты (ракеты без топлива). Сооружение такой ракеты представляло при уровне техники того времени неразрешимую задачу. Поэтому необходимо было найти какое-либо решение вопроса о размещении топлива либо о его сокращении. Работая над разрешением этой проблемы, Циолковский уже в 1926 г. пришел к выводу, что ракета сможет достигнуть космических скоростей лишь в том случае, если она получит сравнительно высокую начальную скорость без затраты своего собственного запаса топлива. Проанализировав возможные способы сообщения ракете предварительной скорости, Циолковский пришел к выводу, что «самый простой и дешевый в этом случае прием — ракетный, реактивный». Исходя из этого, он предложил применить для достижения космических скоростей двухступенчатую ракету, первая ступень которой — по терминологии Циолковского, «земная ракета», — должна была двигаться по Земле и в плотных слоях атмосферы.

Циолковским был произведен также расчет запаса топлива, массы конструкции, скорости и других параметров каждой ступени.

Дальнейшее развитие теория многоступенчатых ракет получила в работе Циолковского «Космические ракетные поезда» (1929). Следует отметить, что идея многоступенчатых ракет насчитывает несколько столетий. Первые упоминания о них относятся к XVI—XVII вв. В XX в. предлагали использовать принцип многоступенчатых ракет А. Бинг (Бельгия, 1911), Р. Годдард (США, 1914), Ю. Кондратюк (Россия, 1917), Г. Оберт (Германия, 1923).

Однако и в данном случае заслугой Циолковского является то, что он, не ограничиваясь изложением принципа действия многоступенчатых ракет, дал их подробную математическую теорию и строго научно доказал возможность получения космических скоростей при помощи ракетных двигателей, работающих на химическом топливе.

Введя ряд допущений — все ступени ракеты он принимал совершенно одинаковыми и пренебрегал силами притяжения Земли и сопротивления



воздуха, — Циолковский получил следующую формулу для определения прибавочной скорости любой ступени составной ракеты:

$$V_i = W \ln \left[ 1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{M_1}{M_2}\right) (n - i + 1) - 1} \right], \quad (4)$$

где

$V_i$  — прибавочная скорость  $i$ -той ступени;

$W$  — скорость истечения продуктов сгорания;

$M_1$  — масса конструкции каждой отдельной ступени;

$M_2$  — масса топлива;

$n$  — общее число ступеней ракеты;

$i$  — порядковый номер ступени, для которой производится расчет.

Скорость первой ступени, или, по терминологии Циолковского, первого ракетного поезда, определялась вышеприведенной формулой, скорость  $i$ -той ступени равнялась сумме прибавочных скоростей первых  $i$  поездов, и, наконец, максимальная скорость, достигаемая при помощи многоступенчатых ракет, складывалась из прибавочных скоростей всех ступеней:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (5)$$

К концу 20-х годов труды Циолковского по ракетной технике получают широкое признание не только в Советском Союзе, но и за его пределами. Во многих странах начинают изучать работы советского ученого, пользоваться его теоремами и формулами. Циолковский заслуженно становится главой нового направления — ракетодинамики и астронавтики.

Известный немецкий ученый, исследователь реактивного движения в космическом пространстве, профессор Г. Оберт писал в 1929 г. Циолковскому: «Вы зажгли огонь, и мы не дадим ему погаснуть, но приложим все усилия, чтобы исполнилась величайшая мечта человечества»<sup>16</sup>.

Еще более четко было выражено отношение немецких ученых к Циолковскому в приветствии, присланном Германским обществом межпланетных сообщений (Verein für Raumschiffahrt) по случаю 75-летнего юбилея ученого. В приветствии указывалось: «Глубокоуважаемый господин Циолковский, Общество межпланетных сообщений со дня своего основания всегда считало Вас одним из своих духовных руководителей и никогда не упускало случая указать устно и в печати на Ваши высокие заслуги и на Ваш неоспоримый русский приоритет в научной разработке нашей великой идеи»<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Подлинник письма Г. Оберта К. Э. Циолковскому хранится в Архиве АН СССР, ф. 555, оп. 4, д. 457.

<sup>17</sup> Текст оригинала приведен в книге «Константин Эдуардович Циолковский (1857—1932). Научно-юбилейный сборник, посвященный 75-летию со дня рождения К. Э. Циолковского и 40-летию со дня появления его первых печатных трудов по дирижаблестроению». М.—Л., 1932, стр. 55 (перевод с немецкого наш.—Авт.).

Следует отметить, что Циолковский никогда не занимался вопросами военного применения ракет. Все его помыслы были направлены на их мирное использование, на расширение наших знаний о законах природы. Он признавал лишь один вид войны — войну с незнанием, невежеством, несовершенством природы и человека. В работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1926 г.) он писал: «Но бороться с давлением газов, убийственными лучами Солнца, с несовершенной природой человека и растений необходимо. Воевать за комфорт, знание, усовершенствования людей и т. д. неизбежно»<sup>18</sup>.

В последние годы жизни Циолковский, несмотря на преклонный возраст, по-прежнему много внимания уделяет научной работе. В 1932 г. им была написана работа «Достижение стратосферы», в которой ученый, как бы подводя итоги своих многолетних исследований в области ракетной энергетики, сформулировал требования, предъявляемые к взрывчатым веществам, предназначенным для использования в реактивных двигателях. Он писал: «Элементы взрывчатых веществ для этой машины должны обладать следующими свойствами:

1. На единицу своей массы при горении они должны выделять максимальную работу.

2. Должны давать при соединении газы или летучие жидкости, обращающиеся от нагревания в пары.

3. Должны при горении развивать возможно низкую температуру, т. е. иметь низкую температуру диссоциаций, чтобы не испортить ствола (дюзы).

4. Должны занимать небольшой объем, т. е. иметь возможно большую плотность.

5. Должны быть жидки и легко смешиваться. Употребление же порошков сложно.

6. Они могут быть и газообразны, но иметь высокую критическую температуру и низкое критическое давление, чтобы удобно было их употребить в ожиженном виде. Ожиженные газы вообще невыгодны своей низкой температурой, так как они поглощают тепло для своего нагревания. Потом употребление их сопряжено с потерями от испарения и опасностью взрыва. Не годятся также дорогие химически неустойчивые или трудно добываемые продукты»<sup>19</sup>.

Нетрудно видеть, что в этой работе Циолковским были уже сформулированы важнейшие термодинамические и эксплуатационные требования, предъявляемые к топливу для реактивных двигателей. В дальнейшем со-

---

<sup>18</sup> К. Э. Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами. Калуга, 1926, стр. 88.

<sup>19</sup> К. Э. Циолковский. Достижение стратосферы. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 75, л. 7.

ветские ученые, продолжая работу над проблемой ракетного топлива, добились в этой области больших успехов.

В 1934—1935 гг. Циолковский предложил еще один способ достижения космических скоростей, получивший название эскадрильи ракет. При этом способе ракеты соединялись параллельно и работали одновременно, но использовали топливо не целиком, а лишь наполовину. После этого топливо одной части ракет переливалось в полупустые баки другой части ракет, которые и продолжали дальнейший путь с полным запасом горючего. Пустые же ракеты отделялись от эскадрильи и возвращались на землю. Процесс переливания продолжался до тех пор, пока от эскадрильи оставалась одна ракета, которая и достигала космических скоростей.

Необходимо отметить, что Константин Эдуардович очень трезво оценивал свои работы, подчеркивая их теоретическое значение, но отмечая в то же время, что предстоит еще очень большая работа по реализации выдвинутых им идей.

Еще в 1903 г. в статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами» он писал: «Эта моя работа далеко не рассматривает всех сторон дела и совсем не решает его с практической стороны — относительно осуществимости; но в далеком будущем уже виднеются сквозь туман перспективы, до такой степени обольстительные и важные, что о них едва ли теперь кто мечтает»<sup>20</sup>.

А в 20-х годах он указывал: «Ценность моих работ состоит, главным образом, в вычислениях и вытекающих отсюда выводах. В техническом же отношении мною почти ничего не сделано. Тут необходим длинный ряд опытов, сооружений и выучки. Этот практический путь и даст нам техническое решение вопроса»<sup>21</sup>.

В другой работе этого же периода Циолковский писал: «Думаю сыграть роль запевалы. Математики, более знающие и более сильные, dokonчат, может быть, решение поставленных мною задач. Знающие и опытные техники помогут им осуществить и самый космический корабль»<sup>22</sup>.

Этим словам ученого было суждено очень скоро осуществиться. В 30-х годах идеи Циолковского о реактивном полете начали получать в СССР практическое разрешение. В 1931 г. в Москве и Ленинграде были созданы группы изучения реактивного движения (ГИРД), сыгравшие большую роль в развитии ракетной техники в нашей стране. В этих группах, в составе которых работали крупнейшие советские специалисты в области ракетной техники, а также в созданном в 1933 г. на их базе Реактивном

---

<sup>20</sup> К. Э. Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами. «Научное обозрение», 1903, № 5, стр. 49.

<sup>21</sup> К. Э. Циолковский. Труды о космической ракете (1903—1929). Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 60, л. 1.

<sup>22</sup> К. Э. Циолковский. Космический корабль. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 1, д. 46, л. 29.

научно-исследовательском институте (РНИИ) были заложены основы советского ракетостроения.

Циолковский внимательно следил за работой этих групп Института, переписывался со многими учеными, работавшими в ГИРД и РНИИ, и поддерживал с ними непосредственную связь.

Почти сразу же после создания Реактивного научно-исследовательского института его руководители обратились к Циолковскому с письмом, в котором указывали, что с основанием Института создана база для колоссального развития на научно обоснованных началах выдвинутых Циолковским идей, и подчеркивали необходимость тесной связи с ним, как с человеком, давшим и разработавшим основы теории реактивного движения.

В ответ на это письмо Циолковский составил программу работ РНИИ, в которую им в определенной последовательности были включены те вопросы, которыми, по его мнению, следовало заняться в первую очередь. Вот пункты этой программы:

1. Выбор горючего и кислородного соединения.
2. Выбор материалов: а) для насосов, б) приводных труб, в) камеры сгорания, г) конической трубы, д) для баков, е) для основы.
3. Проверка опытом.
4. Стоячая машина для взрывания.
5. Определение отдачи.
6. Расход частей взрывчатого смещения.
7. Автомобили.
8. Сани.
9. Глиссеры.
10. Управление рулем направления.
11. Рули боковой устойчивости (велосипед).
12. Употребление руля высоты на двуколке (одна ось с двумя колесами).
13. Употребление всех рулей на одноколке.
14. Применение к планеру (ракетоплану).
15. Полеты и усовершенствование.
16. Полеты выше 5 км с замкнутой камерой.
17. То же, но без камеры, а в предохранительной одежде.
18. Естественное очищение воздуха камеры растениями. Выбор растений.

В дальнейшем связь Циолковского с РНИИ не ослабевала. В 1935 г. Технический совет Института принял решение об избрании Циолковского своим почетным членом. Было решено также назвать отношение веса топлива ракеты к ее остальному весу числом Циолковского. С особым удовлетворением принял коллектив научных сотрудников известие о согласии Циолковского регулярно сотрудничать в «Трудах РНИИ». Такая реакция

коллектива Института была вполне понятной. «Ведь большинство из тех, кто сейчас практически работают над ракетами, — писали Циолковскому руководители Института, — впервые познакомились с основами реактивного движения из Ваших замечательных книг, учились по ним, заражались Вашим энтузиазмом и верой в успех дела»<sup>23</sup>.

При рассмотрении научного наследия Циолковского поражает широта его научных интересов. Достаточно перечислить хотя бы названия некоторых его работ, чтобы увидеть, насколько многогранна была его исследовательская деятельность, какие, на первый взгляд, далекие друг от друга проблемы привлекали его внимание.

Действительно, только за последние пятнадцать лет жизни им были написаны такие различные по тематике работы, как «Условия жизни во вселенной» и «Общечеловеческая азбука», «Механизм высших животных и их чувства» и «Освоение жарких пустынь», «Будущее Земли и человечества» и «Одноатомный водород», «Рельсовый автопоезд» и «Обратимость явлений», «Солнечная энергия и ее применение» и «Упругость твердых тел». Список этот можно было бы значительно расширить.

На первый взгляд кажется странным, как могли сочетаться в научной деятельности одного человека такие, казалось бы, ничего общего между собой не имеющие вопросы, как гипотеза о повторяемости звездных явлений и теория самозарождения, исследование технического прогресса Земли и рассмотрение подобию организмов и отклонений от него, разработка проблем транспорта и изучение невидимых частиц вещества.

Однако при внимательном изучении его исследований становится ясно, что все они были направлены на решение главной задачи, поставленной перед собой ученым, — на совершенствование человеческого рода, на обеспечение полной победы человека над силами природы, на освоение человеком всего космического пространства и создание новых условий человеческой жизни как высшей формы ее развития.

Циолковский был величайшим гуманистом, посвятившим всю свою жизнь служению человечеству, стремившимся облегчить жизнь людей, сделать ее богаче и интереснее. «Основной мотив моей жизни, — писал он, подытоживая свою деятельность, — сделать что-нибудь полезное для людей, не прожить даром жизнь, продвинуть человечество хоть немного вперед. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы. Но я надеюсь, что мои работы, может быть скоро, а может быть в отдаленном будущем, дадут обществу горы хлеба и бездну могущества»<sup>24</sup>.

Циолковский безгранично верил в возможности человеческого разума и считал, что нет предела совершенствования жизни людей. «Если мы

<sup>23</sup> Из переписки К. Э. Циолковского с РНИИ. Архив АН СССР, ф. 555, оп. 3, д. 108, л. 14.

<sup>24</sup> К. Э. Циолковский. Первая модель чисто металлического аэроната из волнистого железа. Калуга, 1913, стр. 1.

К. Циолковский  
Работа РНИИ  
(15. ф. 1934г)

Программа работы  
РНИИ, если  
предметом  
будет работа

1. Выбор горючего и окислителя  
соединения. 2. Выбор или синтеза:  
а) для насосов, б) праводной трубы, в) камер  
ры старания, г) компрессорной трубы,  
д) для баков, е) для вставки.
3. Проверка отбора. 4. Стартовая  
машина для взрывания. 5. Опреде-  
ление отдачи. 6. Расчет частей взрыв-  
чатого соединения. 7. Аппараты. 8. Сигна-  
лы. 9. Импульсы. 10. Управление ружьем  
и пистолетом. 11. Ружье Боко-  
вым ударом патрон (высшая). 12. Устро-  
ительство ружья в камере на  
два патрона (одно с двумя камерами).
13. Устройство всех ружей, но од-  
на камера. 14. Присоединение к пла-  
нору. 15. Пистолет и усилительный  
аппарат. 16. Пистолет в камере 5 камер  
с замкнутой камерой. 17. Пистолет  
без камеры, а в предохранительной  
адапте. 18. Устройство на вы-  
летные воздушные камеры расчлене-  
ния. Выбор расчленения.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Программа работы РНИИ, составленная К. Э. Циолковским

уже теперь имеем возможность немного верить в бесконечность человечества,— писал он, опровергая предсказания некоторых ученых о неизбежной гибели всего живого на Земле вследствие охлаждения и потухания Солнца, — то что будет через несколько тысяч лет, когда возрастут наши знания и разум.

Итак, нет конца жизни, конца разуму и совершенствованию человечества. Прогресс его вечен... Смело же идите вперед, великие и малые труженики земного рода, и знайте, что ни одна черта из ваших трудов не исчезнет бесследно, но принесет вам в бесконечности великий плод»<sup>25</sup>.

До конца своих дней Циолковский оставался тем, кем он был всю жизнь, неутомимым исследователем, страстным борцом за научно-технический прогресс. К. Э. Циолковский скончался 19 сентября 1935 г. Незадолго до смерти он завещал свое научное наследство Коммунистической партии и Советскому правительству. Он писал: «Все свои труды по авиации, ракетоплаванью и межпланетным сообщениям передаю партии большевиков и Советской власти — подлинным руководителям прогресса человеческой культуры. Уверен, что они успешно завершат эти труды»<sup>26</sup>.

Эти слова приобретают особое значение в дни, когда мы являемся свидетелями торжества советской науки, когда идеи Циолковского находят свое претворение в запуске искусственных спутников Земли и космических ракет, когда советские космонавты совершили первые космические рейсы вокруг Земли и когда начинают осуществляться пророческие слова Циолковского: «Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство»<sup>27</sup>.

*В. Н. Сокольский*

---

<sup>25</sup> К. Э. Циолковский. Исследование мировых пространств реактивными приборами. «Вестник воздухоплавания», 1912, № 9, стр. 11.

<sup>26</sup> Письмо К. Э. Циолковского в ЦК ВКП(б). «Правда», 17 сентября 1935 г.

<sup>27</sup> Из письма К. Э. Циолковского Б. Н. Воробьеву от 12 августа 1911 г. (личный архив Б. Н. Воробьева).