

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ
«НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
АН ССР ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ
ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,
В. И. Кузнецов, А. И. Купцов, Б. В. Левшин,
С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),
А. П. Юшкевич, А. Л. Янин (председатель), М. Г. Ярошевский*

**В. И. Прищепа
Г. П. Дронова**

**Ари
ШТЕРНФЕЛЬД
пионер
космонавтики**

1905 — 1980

**Ответственный редактор
академик
Б. В. РАУШЕНБАХ**



**МОСКВА
НАУКА
1987**

ББК 39.6
П 77
УДК 629.7.05

Рецензенты:

доктор физико-математических наук
В. В. БЕЛЕЦКИЙ

доктор физико-математических наук
В. В. ИВАШКИН

Прищепа В. И., Дронова Г. П.

П 77 Ари Штернфельд — пионер космонавтики. 1905-1980.— М.: Наука, 1987.— 192 с.

Книга является научной биографией одного из пионеров космонавтики, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук Ари Абрамовича Штернфельда.

Рассмотрены его основные теоретические работы, показаны важнейшие научные достижения, освещена деятельность по пропаганде и популяризации космонавтики. Жизнь и деятельность ученого представлены на фоне исторических событий эпохи.

П $\frac{1402000000-312}{054(02)-87}$ 42—87 НП

ББК 39.6

К читателям

Перед Вами научная биография одного из пионеров космонавтики Ари Абрамовича Штернфельда — ученого, которого называют штурманом космических трасс. С именем Штернфельда связана дорога на орбиту многих советских космонавтов.

Мой путь в космос начинался с Московского авиационного института, где, заинтересовавшись проблемой высотных полетов, я вступил в студенческое научное общество. Здесь я изучал труды основоположника космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского и его последователей. В своей работе мы, студенты, сотрудничали с Секцией астронавтики при Центральном аэроклубе в Тушине, которая вела широкую пропаганду космонавтики. А. А. Штернфельд, возглавлявший один из научно-технических комитетов Секции, выступал с научными докладами и лекциями по баллистике ракет и механике космического полета — темам, которые меня очень интересовали. Часто в аудитории происходили оживленные дискуссии, в которых я принимал участие. Слушая выступления одного из патриархов космонавтики и читая его работы, я все больше проникался желанием создавать ракетно-космическую технику и глубоко в душе надеялся стать космонавтом. Мы проектировали в студенческом обществе ракету для запуска искусственного спутника Земли, когда радио принесло весть, что такой аппарат уже находится на орбите.

Вскоре судьба свела меня с ветеранами советской ракетной техники Юрием Александровичем Победоносцевым и Михаилом Клавдиевичем Тихонравовым, общение с которыми укрепило меня в правильности выбранного пути. В конструкторском бюро Сергея Павловича Королева, куда я пришел после окончания института, мне посчастливилось участвовать в создании знаменитого «Востока». Когда же был сформирован первый отряд исследователей космоса, меня рекомендовали вести у будущих космонавтов учебные курсы по конструкции «Востока» и по механике космического полета. И тогда я смог по-настоящему оценить научный вклад А. А. Штернфельда. Его труд «Введение в космонавтику» стал для нас незаменимым подспорьем в учебном процессе. Эта книга, изданная ровно за 20 лет

до запуска первого спутника, являлась настоящим кладезем знаний по теории космонавтики.

В последующие годы я часто встречался с Ари Абрамовичем, и мы стали друзьями. Память запечатлела обаятельный образ этого широко эрудированного, исключительно воспитанного и доброжелательного человека. Ученый был интересным собеседником, много рассказывал о том времени, когда космонавтика только зарождалась и первые космонавты еще не родились. Он, оказывается, был давним знакомым Ю. А. Победоносцева и М. К. Тихонравова. Они работали вместе в Реактивном паучно-исследовательском институте, куда Ари Абрамович поступил в 1935 г. Он приехал на жительство в СССР, желая отдать знания и силы первому социалистическому государству.

А. А. Штернфельд до конца жизни оставался верен избранному пути. В своей одержимости идеями космонавтики он не останавливался перед житейскими невзгодами и трудностями, которых встретил немало. Подвижнический труд ученого является достойным примером для подражания. Посвятив себя космонавтике, Ари Абрамович руководствовался высокими гуманистическими идеалами. Он был поборником исследования и освоения космоса на благо человечества, указывал на пагубность военной деятельности в космосе, ратовал за объединение усилий всех стран и народов во имя прогресса космонавтики.

В наши дни, когда в космосе побывало около двухсот человек, мы воочию убедились, насколько наша планета, которую К. Э. Циолковский называл колыбелью человечества, мала в масштабах Вселенной, уязвима перед растущей промышленной мощью человека. Непродуманные действия отдельных государств способны нанести непоправимый ущерб цивилизации.

Я с радостью представляю первую в нашей стране книгу об Ари Абрамовиче Штернфельде. Этот выдающийся представитель советской и мировой науки, ученый-гуманист, пионер космонавтики заслуживает, чтобы о его жизни и творчестве знал каждый образованный человек.

Летчик-космонавт СССР,
дважды Герой Советского Союза *В. И. Севастьянов*

Предисловие

Ари Абрамович Штернфельд — наш современник, советский ученый, один из пионеров космонавтики. В юном возрасте он увлекся мечтой о межпланетных путешествиях (символично, что «Штернфельд» означает «звездное поле») и после окончания гимназии, оставив родных в Польше, отправился во Францию, чтобы получить диплом инженера и серьезно заняться проблемой полета в космос. В год рождения первого космонавта Штернфельд был удостоен международной премии за теоретические исследования в этой области. Будучи убежденным, что практическое развитие космонавтики, выражающей прекрасные устремления человечества, связано с новым обществом — миром социализма, Штернфельд передал свой первый научный труд — монографию «Введение в космонавтику» Советской стране. Дополненная новыми исследованиями, она увидела свет в 1937 г. в СССР — на новой родине ученого. Штернфельд прожил здесь сорок пять лет — с июня 1935 г., когда впервые сошел по трапу с самолета на советскую землю, до июля 1980 г., когда скончался в Москве.

Судьба Штернфельда сложилась так, что за исключением нескольких лет работы в Реактивном научно-исследовательском институте он всю жизнь трудился в одиночку. В этих порой нелегких условиях ученый упорно продолжал начатое однажды дело. Путем трудоемких расчетов на арифмометре с использованием несложных физических моделей и общедоступного математического аппарата Штернфельд пришел к ряду важных теоретических положений, составляющих неотъемлемую часть современной механики космических полетов — науки о траекториях движения космических аппаратов.

Исследования в этой области далеко не исчерпывают роли Штернфельда в развитии космонавтики. Его первый научный труд летчик-космонавт В. И. Сева-

стьянов назвал «большой книгой знаний, с помощью которой мы входили в Космонавтику». Сам этот термин был предложен Штернфельдом взамен менее строгого определения «астронавтика», или «звездоплавание». С первых своих работ ученый широко оперировал такими понятиями, как «космический полет», «космический аппарат» и «космический корабль», «перегрузка», «скафандр». Благодаря Штернфельду в нашей речи появились слова «космонавт» и «космодром». Все они прочно вошли в сознание и кажутся чем-то само собой разумеющимся.

Книги ученого выдержали 85 изданий на 36 языках в 39 странах пяти континентов. Только в течение 1949—1959 гг., т. е. накануне и в первые годы космической эры, они выходили семь раз на русском языке (общим тиражом 575 тыс. экземпляров) и четырнадцать раз на девяти языках других народов СССР. Штернфельд широко использовал массовые периодические издания для пропаганды и популяризации космонавтики, для представления новых идей и результатов, облекая их в доступные формы. Начиная с 1930 г. на страницах журналов и газет появилось несколько сот научных и научно-популярных статей, комментариев и интервью ученого. На протяжении многих лет его научные заметки регулярно публиковались в вестниках ТАСС и АПН. В эфир ушли на десятках языков его беседы, комментарии, интервью. Штернфельд консультировал многие научные и научно-фантастические сценарии. Трудно переоценить значение всей этой повседневной работы для привлечения общественного мнения к космонавтике, мобилизации усилий на решение ее научно-технических проблем, вовлечения в эту область творческих работников.

Посвятив себя космонавтике, Штернфельд отдавал ей все свои способности. Знания инженера-механика помогли ему изобрести робот-андроид, который по замыслу конструктора мог бы принести большую пользу при исследовании и освоении космоса. Штернфельд провел серьезные исследования по истории ракетной техники, благодаря которым открылись забытые страницы и имена. В течение многих лет ученый собирал названия звезд, бытующие и некогда употреблявшиеся у разных народов. В его архиве хранится обширная рукопись под названием «Звездная сказка». Сюжет этого увлекательного рассказа о восстании «Простого

Люда» против «Великого Императора — Владыки Небес» построен с использованием нескольких сот названий небесных светил.

Здесь уместно сказать, что многие работы Штернфельда (сугубо научные, научно-популярные, мемуарного жанра и т. д.) до настоящего времени не изданы. Практически неизвестен советскому читателю и целый ряд работ ученого, не публиковавшихся на русском языке. Штернфельд оставил после себя обширный архив, по которому прослеживается весь его творческий путь. Эту целеустремленную подвижническую жизнь точно характеризует эпитафия ученому: *Per aspera ad astra* — «Через тернии к звездам».

Работая в соавторстве с Г. П. Дроновой над книгой об Ари Абрамовиче Штернфельде¹, я испытывал большое волнение. Речь шла не просто о биографии замечательного ученого, которого я знал по трудам и лично, у которого бывал дома на Пионерских прудах в Москве. Этот человек, наш современник, начал трудиться над проблемой полета в космос еще в 20-е годы, переписывался с Циолковским, который называл его своим другом, состоял в Обществе межпланетных сообщений вместе с Обергом и Гоманом и сохранил письма от них, близко знал Эно-Пельтри, работал с молодым Королевым. В рамках его жизни уместилась вся история космонавтики.

Мы сочли целесообразным поместить в конце книги некоторые материалы из творческого наследия Штернфельда. Это посвященный значению космонавтики раздел научного труда «Введение в космонавтику», написанного в 1932—1933 гг. В нем ученый выразил надежды, связываемые с будущей космонавтикой, свою уверенность в большой пользе этой новой отрасли науки и техники для человечества. «Раздумья о космонавтике», предлагаемые в качестве второго приложения, написаны Штернфельдом в 1980 г. за полгода до кончины. В «Раздумьях...» ученый подытожил развитие космонавтики за четверть века.

Будучи школьником, в начале 50-х годов я прочел научно-популярную книгу Штернфельда «Полет в мировое пространство». В памяти запечатлелся изображенный на обложке сказочный аппарат, стремительно

¹ Главы 5, 8 написаны авторами совместно, остальные — В. И. Прищепой.

лётящий среди звезд. Запомнилось звучное имя автора, который представлялся мне жившим очень давно, как и все другие мудрецы. Это впечатление не рассеялось и много лет спустя, когда я познакомился со Штернфельдом. Мне сразу показалось, что я давно знаю этого человека с обликом мыслителя, излучающего теплоту и доброжелательность. Общение с ученым становилось непринужденным с первых слов его мягкой, чуть растянутой речи...

Тем, что эта книга находится перед читателем, авторы обязаны многим людям. Замысел создания научной биографии Штернфельда принадлежал доктору физико-математических наук И. С. Козлову, который скоропостижно скончался в самом начале работы. Его опыт пригодился нам при выработке общей концепции книги. Мы признательны польскому литератору В. Гайслеру за жизнеописание Штернфельда, опубликованное вскоре после кончины ученого. На эту художественную биографию, просмотренную перед изданием самим Штернфельдом, мы опирались при описании его жизненного пути. В то же время мы стремились к документальной проверке всех сведений.

Работая над книгой, мы ощущали неизменную поддержку вдовы ученого Ильзы Наумовны, которая предоставила в наше распоряжение его архив и неоценимо помогла знанием обстановки, в которой он жил и трудился. Большую помощь в поиске и подборе материалов оказали дочери ученого Эльвира Ариевна и Майя Ариевна Штернфельд. Своими воспоминаниями поделились ветеран ракетной техники Г. В. Авербух и писатель А. П. Казанцев, знавшие ученого много лет. Ценные рекомендации дали по прочтении рукописи сотрудники Института прикладной математики АН СССР им. М. В. Келдыша доктора физико-математических наук В. В. Белецкий и В. В. Ивашкин. Мы извлекли пользу из оценок научного творчества Штернфельда, принадлежащих академику Б. В. Раушенбаху и члену-корреспонденту АН СССР Т. М. Энееву. Полезными были замечания историка авиационно-космической науки и техники действительного члена Международной академии астронавтики В. Н. Сокольского. Авторы глубоко признательны всем, кто помог написать эту книгу.

В. И. Прищепа

Глава 1

Детство и юность (1905—1924)

Первые изобретения и мечты о полете в космос. Лодзинская гимназия. Ягеллонский университет. Отъезд во Францию

«...Никогда не забуду тихих серадзских улочек и аллей, тенистого парка, мостов, спокойной Варты, в которой мы, дети Серадза, весело купались... Хорошо помню каждый дом на рынке и на главных улицах, исторические здания и тот двор на углу рынка с ремонтными мастерскими в глубине, в которых мое детское впечатление сосредоточило технику XX века. Здесь я играл и мечтал о великих изобретениях и открытиях», — писал в своих воспоминаниях Ари Штернфельд [204, с. 3].

В Серадзе, старинном польском городе, в доме на углу Рынка и улицы Короткой 1(14) мая 1905 г. появился на свет будущий ученый, один из пионеров космонавтики. Об этом событии напоминает мемориальная доска, установленная на доме, в котором родился и провел детство Штернфельд. За 850 лет своего существования Серадз, расположенный неподалеку от Лодзи, не раз переживал времена расцвета и упадка. В начале нашего века это был провинциальный город с девятью тысячами жителей.

Ученый родился в купеческой семье среднего достатка. Арие Яков — так называли мальчика — был третьим ребенком в семье. Первой в 1902 г. родилась Франка, а за ней Ада. Через шесть лет после Ари появилась на свет самая младшая, Бела. Семья Штернфельдов занимала квартиру на верхнем этаже небольшого двухэтажного дома. Молодые супруги жили в мире и согласии, несмотря на разные характеры и убеждения. Отец ученого Абрам был человеком спокойным и уравновешенным, искренне верующим. Правда, он находился под влиянием жены — урожденной Эстер Рапопорт, воспринимавшей религию чисто формально, как необходи-

мую обязанность. Эта хрупкая большеглазая женщина, ставшая матерью в семнадцать лет, отличалась прирожденной интеллигентностью. Ей удалось окончить всего несколько классов школы, но это обстоятельство, как и любовь и привязанность к семье, не мешали матери Ари вникать в деловые операции мужа.

Находившаяся в доме родословная книга свидетельствовала, что род отца происходил от выдающегося еврейского философа Маймонида (1135—1204). Отец мечтал воспитать своего единственного сына в религиозном духе, видел в нем будущего прославленного раввина. В ортодоксальных еврейских семьях девочек посылали учиться в общеобразовательную гимназию, а мальчиков в религиозную школу — хедер, где они вынуждены были зубрить тору, талмуд и всякие молитвы на непонятном для них древнееврейском языке. Для Алека (так звали в семье маленького Ари) учеба в хедере началась с четырехлетнего возраста. Однако, когда мальчик подрос, он взбунтовался против бессмысленной зубрежки, которую впоследствии назовет схоластикой. Отказ Алека ходить в хедер вызвал конфликт между родителями, поскольку мать в отличие от отца стремилась дать сыну хорошее светское образование. Возникшие разногласия разрешились компромиссом. Мальчик перестал посещать хедер, зато пригласили двух домашних преподавателей: меламеда, который излагал иудаистические науки, и педагога, обучавшего Алека грамматике, арифметике и еще ...игре на мандолине. Чтобы как-то увлечь мальчика, меламед выискивал для него в старых книгах сведения по математике и астрономии, и Алек научился рассчитывать лунные месяцы. Ежедневно учеба начиналась в семь утра и продолжалась, как вспоминал потом Ари Абрамович, «до изнеможения».

А ведь Алеку так хотелось поиграть со своими ровесниками! Он рос живым, подвижным мальчиком и принимал участие в веселых детских забавах и приключениях. Как и многим ребятам, ему нравилось выдумывать всякие интересные вещи, мастерить. Однако если разобраться в том, что увлекало Алека, то непременно приходишь к выводу: это было настоящее изобретательство. Взять хотя бы историю с изогнутой трубкой, при помощи которой мальчуган приспособился набирать дождевую воду из бочки. Алек очень гордился своим изобретением и даже заплакал, когда узнал, что такой

сифон изобрели давным-давно. Пресловутые «почему» были для мальчика не просто детским любопытством. Проводя различные детские опыты, он всегда стремился докопаться до сути вещей. В десятилетнем возрасте его заинтриговало выталкивание водой плавающих тел. Алек заметил, что если поплавки хорошо подогнать к посуде, так, чтобы между ними оставалось небольшое пространство, то, залив в него немного воды, можно получить большую выталкивающую силу. Мальчик задумался над тем, как ее использовать.

«По образованию я инженер-механик, а стал им, быть может, и потому, что первые десять лет жизни провел в сказочном царстве таинственных машин, — вспоминал Ари Абрамович. — В нашем дворе... находилось единственное в Серадзе „представительство мировой техники“. Сюда... свозили с окрестных мест все „больные“ сельскохозяйственные и другие машины для ремонта». Детей в мастерские не пускали, но мальчик нашел для себя удобный наблюдательный пункт. Он влезал на чердак и, лежа на животе, замороженно смотрел через щели в перекрытии на большой мотор, которому подчинялись станки. «Что за чудо: заливаешь в него керосин, а он себе „тах-тах“ — и вертит огромное колесо-маховик со всеми этими машинами... Вот бы построить такой же мотор, как в мастерских, но чтобы он работал... без керосина» [90].

Так длинный перечень неосуществленных перпетуум мобиле пополнился еще одним — проектом юного изобретателя. Вечный двигатель представлялся Алеку в виде двух установленных друг над другом цилиндров с поплавками, которые соединялись механически с маховиком. Вся эта система должна была приводиться в движение одной и той же порцией воды, поступающей попеременно в оба цилиндра. Подросток пытался построить небольшую модель своего двигателя, но все его старания оказались безуспешными.

Десятилетним мальчиком ученый пережил событие, оставившее неизгладимый след в его душе. В 1914 г., в самом начале первой мировой войны, над Серадзом пролетал цеппелин. Все от мала до велика выбежали из домов и устремили взгляд в небо. Серебристая сигара величественно парила в воздухе, олицетворяя собой мощь кайзеровской Германии и одновременно демонстрируя беспредельность человеческих возможностей. С того дня, как вспоминал ученый, ему часто грезились

фантастические корабли, летящие где-то далеко в звездных просторах [165, л. 13, 14].

Чье воображение не захватывал вид бескрайнего ночного неба с мириадами мерцающих звезд, с Лупой, источающей манящий, таинственный свет! В полнолуние отец с сыном выходили во двор и, глядя на яркий небесный диск, подпрыгивали с молитвой на устах: быть недосягаемыми для врагов так же, как недосягаема Луна. Однажды при совершении этого ритуала Алеку пришла в голову захватывающая мысль: а что если все-таки когда-нибудь удастся достичь Луны? Впечатляющий вид дирижабля, вознесшегося над землей, вселял в мальчика надежду.

В августе 1915 г., когда военные действия уже происходили на подступах к Серадзу, семья Штернфельдов эвакуируется в Лодзь, где жили родители отца. Сначала вывозили детей. Деревянный мост через Варту был сожжен, и на другой берег реки пришлось перебираться вброд. Вода заливала телегу, вокруг рвались снаряды... Так закончился серадзский период жизни Ари Штернфельда.

Индустриальная Лодзь с ее расположившимися в шахматном порядке длинными шумными улицами, так непохожая на маленький уютный Серадз, стала для будущего ученого вторым родным городом. Здесь между родителями возник прежний спор: в каком направлении должно идти образование сына? И опять компромиссное решение: еврейская гуманитарная гимназия, которая даст Ари два аттестата зрелости — по иудаистике и по общеобразовательным предметам. Мальчик прозанимался два года с домашними педагогами, чтобы поступить сразу в третий класс (первому предшествовали четыре подготовительных класса).

Учеба в гимназии давалась Ари легко. Совершенно определенно выявились его склонности к точным наукам. В старших классах юношу стали приглашать репетитором к отстающим ученикам. Частные уроки давали заработок, что для Штернфельдов стало серьезным подспорьем. Обучение в гимназии стоило денег, а охвативший страну экономический кризис больно ударил по семейному бюджету. Просторную квартиру, снятую по приезду в Лодзь, пришлось поменять на более скромную в том же доме.

Однако учеба детей оставалась для родителей на первом плане, и Ари не обманывал родительских

надежд. Он с головой ушел в науку, стремясь приобрести побольше знаний. Школьных курсов физики и математики оказалось юноше недостаточно, и он с интересом начал посещать вечерние лекции по теории относительности, которые читались в помещении женской гимназии. Вместе со своим школьным другом Ари прочел две немецкие книги на эту тему, изданные в 1921 г. Одной из них была знаменитая монография А. Эйнштейна «О специальной и общей теории относительности», другой — работа А. Мошковского¹. В книгах было много непонятного, и гимназисты написали великому физик в Берлин, не надеясь получить ответ. Вскоре, однако, им пришла открытка с убористым текстом, написанным рукой Эйнштейна. «Нам удалось прочитать почти каждое слово, но смысла мы так и не уловили», — признавался потом Штернфельд [173, л. 74]. Следствием этого первого знакомства с теорией относительности явилась специальная глава в книге по космонавтике, которую ученый начал писать спустя десять лет. Там упоминаются и работы, прочитанные им когда-то в семнадцатилетнем возрасте [12, с. 267—277; 123, с. 184—191].

После неудачи с вечным двигателем мальчиком завладела другая грандиозная идея — построить аппарат для полета в космос. В самом начале учебы в гимназии, когда эти мечты Ари носили еще неопределенный характер, космический корабль представлялся ему в виде тела с оболочкой столь же легкой и прочной, как яичная скорлупа. Чтобы выяснить, какую силу способно выдержать куриное яйцо, мальчик смастерил нехитрое устройство из двух дощечек, между которыми в сферические выемки вставлялся испытуемый объект. Нижняя дощечка прикреплялась к столу, к верхней привязывались веревки, и на них подвешивался большой жестяной бак. В него отмерялись порции воды до тех пор, пока яйцо не раздавливалось. После целой серии таких опытов, из-за которых в доме не осталось яиц, мальчик установил, что скорлупа выдерживает нагрузку до 90 кг.

¹ *Einstein A. Ueber die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie (gemeinverständlich)*. 11-te erweit. Aufl. Braunschweig: Vieweg, 1921; *Moszkowski A. Einstein: Einblicke in seine Gedankenwelt*. Hamburg: Hoffman und Campe; Berlin: Fontana, 1921.

«Часто, сидя над латынью,— вспоминал ученый,— я ловил себя на том, что мои мысли находятся где-то далеко, сосредоточиваясь постоянно на одном предмете — ракетах» [173, л. 82]. Мы не можем назвать определенно дату, когда Ари четко осознал, что именно ракета является средством для достижения небесных тел. Старшие, которые говорили об этом, толком ничего не знали, и, по словам ученого, он доходил до всего своим умом. По мере овладения точными науками мечты гимназиста становились все более конкретными. В старших классах он задумывался над тем, до какой степени целесообразно увеличивать в ракете запас топлива (с учетом возрастающей массы конструкции топливных баков): «Рассуждал я так: не заправленная топливом ракета, конечно, вообще не поднимется в воздух; если же ее перегрузить топливом, она также не поднимется» [170, л. 1]. Впоследствии эти размышления воплотились в конкретные формулы и графики первой книги ученого «Введение в космонавтику» [12, с. 220, 221; 123, с. 156, 157]. «...Для меня лично это начало, первая страница данной монографии»,— сказал однажды ее автор [170, л. 1].

Среди таких первых страниц были и другие гимназические идеи Штернфельда, развитые им впоследствии. Так, обдумывая различные проблемы, связанные с полетом космического аппарата в околосолнечном пространстве, Ари пришел к решению определить расстояние аппарата до Солнца на основании показаний высокочувствительного бортового термометра.

Многие сверстники Ари увлекались произведениями Ж. Верна и Г. Уэллса. Они, как известно, дали импульс творческим поискам К. Э. Циолковского, Г. Оберта, Р. Х. Годдарда — ученых, заложивших основы современной космонавтики. Юного Кондратюка вдохновил индустриальный роман Б. Келлермана «Туннель». Опубликованный в 1913 г., он произвел настоящую сенсацию и был сразу же переведен с немецкого на другие языки. Но чтение всей этой литературы, интерес к которой не утрачен и в наши дни, не занимало Ари. Он лишь пролистал некоторые книги фантастов, а «Туннелю» предпочел неоромантическое произведение «Ингеборг» того же автора.

Впоследствии ученый отрицал связь между научно-фантастической литературой и своим интересом к космонавтике. И все же такая связь имеется, хотя Штерн-

фельд и не осознавал ее. Ниже, в главе 7, рассматривается его идея использовать для предварительного разгона космической ракеты сквозной туннель, проходящий через центр Земли. Можно предположить, что эта идея возникла под влиянием пушки Ж. Верна и туннеля Б. Келлермана. В творчестве Штернфельда обнаруживаются и другие отзвуки произведений фантастов.

Гимназист Штернфельд ни с кем не делился своими сокровенными мыслями о космических путешествиях: его посчитали бы чудачком. Оставаясь наедине, он рисовал небесные корабли, чертил их космические трассы...

Многие идеи рождались в голове юноши во время дальних прогулок и экскурсий, которые он так любил. Вместе с домашним шпицем Ари исходил Лодзь и окрестности. В школьные каникулы он объездил и прошел пешком всю Польшу. От этих путешествий Ари получал массу впечатлений. Навсегда запомнилось ему знакомство с горами. В первый же день пребывания в Закопане Ари пошел напрямик к знаменитому горному озеру Морское око, чтобы испытать свою выносливость. Силы путника были на исходе, когда он добрался до цели. На другой день он возвратился опять-таки пешком, но уже по шоссе.

Все эти длительные походы, вылазки в Татры и Бескиды укрепляли тело и закаляли волю. Ари любовался красотами родной страны, узнавал людей и их жизнь. В минуты юношеских порывов он писал стихи. Одно из своих стихотворений — «Гимн труду», сочиненное в гимназические годы, он часто повторял и позже. В этом непритязательном поэтическом произведении Ари Штернфельд, вся жизнь которого была наполнена творческим трудом, выразил свое кредо.

Гимназия давала учащимся разностороннее образование. Наряду с твердыми знаниями в области точных наук Ари основательно изучил немецкий и латинский языки. На протяжении всей жизни ученый мог цитировать наизусть длинные отрывки из полюбившихся ему речей Цицерона. В гимназические годы Ари начал учиться игре на скрипке. Вскоре он понял, что достижение мастерства требует много времени, и оставил это занятие. Но Ари старался не пропустить ни одного концерта для учащихся в городской филармонии, где мог часами стоять на галерке. Любовь к музыке со-

хранилась у Штернфельда на всю жизнь. С особенным удовольствием слушал он произведения Шуберта.

В июне 1923 г. Ари окончил гимназию. Директор специально пригласил мать, чтобы сказать ей: «Ваш сын очень одарен и должен обязательно продолжать учебу». Для семьи Штернфельдов это давно уже было ясно. Все верили в талант Ари и видели в нем будущего инженера. Но родные никак не предполагали, что Ари займется космонавтикой, которая граничила в обычном представлении с фантастикой. А у Ари Штернфельда была только одна мечта: проложить человечеству путь к другим мирам. И все, чем он занимался, с некоторых пор стало подчинено этой главной цели.

После окончания гимназии юноша поехал в Краков и 2 августа 1923 г. поступил в знаменитый Ягеллонский университет на первый курс философского факультета — так именовался тогда физико-математический факультет. Студент поселился на улице Коперника — своего великого земляка, учившегося когда-то в Ягеллонском университете на факультете искусств. Из сохранившихся документов видно, что в 1923/24 учебном году Штернфельд прослушал курсы дифференциального и интегрального исчисления, экспериментальной и оптической физики, кинетической теории газов, астрономии стационарных звезд. Перечень этих дисциплин не случаен: все они находились в области интереса Ари к космонавтике, который проявился у него со школьной скамьи. Университетскую обсерваторию показывал ему сам ее директор, профессор Банакевич, не устоявший перед настойчивым студентом. Захватывающий вид Вселенной, открывшийся перед глазами юноши, еще больше укрепил его в стремлении достичь других миров. Много времени уделял будущий ученый самостоятельным занятиям, работе в библиотеке [213].

Впоследствии Штернфельд с благодарностью отзывался о своих университетских преподавателях, чьи лекции он слушал «затаив дыхание», и вспоминал другие эпизоды из студенческой жизни: «Здесь, в Кракове, в ноябре 1923 года в шеренгах прогрессивной студенческой молодежи я принимал участие в исторической демонстрации. Здесь, наконец, пел в хоре „Гаудеамус игитур“ и безуспешно искал возможность подработать» [223].

Демонстрация, о которой вспоминал ученый, была проведена студентами в поддержку известного в истории польского революционного движения Краковского рабочего восстания 1923 г. Участие Ари Штернфельда в массовом политическом шествии легко объяснимо. Еще в гимназические годы его заинтересовала серьезная литература, философские произведения. К великому огорчению отца не получился из его сына раввин. Ари не только стал убежденным атеистом, но и увлекся идеями социализма. Здесь, бесспорно, сказалось влияние старших сестер, которые ранее примкнули к революционному движению. Франка являлась активным членом Коммунистической партии Польши. В архиве лодзинской охранки — дефензивы сохранились фотоснимки Франки, сделанные полицией в 1921 г. В следующем году Франку вновь арестовали, и полиция произвела у Штернфельдов обыск. К счастью, Ари удалось спрятать нелегальную литературу, и его сестра получила небольшой срок тюремного заключения.

Франка была начитанной, эрудированной девушкой. Впоследствии, когда брат работал над книгой «Введение в космонавтику», она перепечатала на машинке всю объемистую рукопись, написанную по-французски. Франка разделила вместе с родителями трагическую судьбу многих миллионов поляков, погибших в годы гитлеровской оккупации. В лодзинском гетто пропал весь семейный архив и вместе с ним выразительные рисунки, которые делала для своего брата Бела, проникаясь его рассказами о межпланетных полетах.

После войны из близких Ари Абрамовича осталась в живых только сестра Ада, которая в 1929 г. окончила биологический факультет Ягеллонского университета и вскоре после этого уехала за границу со своим мужем



А. Штернфельд во время учебы в Ягеллонском университете, 1923 г.

М. Калецким. Последний стал со временем выдающимся ученым-экономистом и по возвращении на родину был избран действительным членом Польской академии наук. Штернфельд с глубокой благодарностью отзывался о материальной помощи, которую он получал от Калецких в трудные времена.

Но вернемся к студенческим годам ученого. Весной 1924 г. он окончил первый курс Ягеллонского университета и решил продолжить образование за границей. Ари выбрал Францию, университет в Нанси, славившийся высоким уровнем преподавания технических наук. Плата за обучение могла вноситься по завершении учебы, что было важно для юноши, не рассчитывавшего на помощь обедневших родителей.

Ари решил выехать во Францию пораньше, до начала занятий, чтобы заработать немного денег. Полагая, что в крупном городе с работой будет легче, он направился в Париж. Поездка по железной дороге стоила очень дорого, а наличных денег у юноши было мало, и он разработал такой маршрут: поездом до порта Гдыня на Балтийском море, затем пароходом в Гавр и, наконец, поездом до Парижа. Как шутливо вспоминал ученый, «быть может, отсюда и появились в моих последующих работах по космонавтике обходные, но требующие меньше топлива космические трассы» [164, л. 1].

Глава 2

Жизнь во Франции (1924—1932)

Учеба в Нанси. Штернфельд — рабочий и инженер. Докторантура в Сорбонне. Дружба с Густавой Эрлих. Проект работа для Наркомтяжпрома

Ранним майским утром 1924 г. Штернфельд вышел из вагона поезда, который привез его в Париж — город, о котором юноша столько читал и слышал. Здесь ему предстояло прежде всего найти крышу над головой, а затем и работу. С вокзала Ари направился к соседней станции метро. Оно еще не работало, и в ожидании открытия юноша купил в киоске план города. Отныне он будет им постоянно вооружен. Прочсть на карте

названия улиц он сумеет, но говорить по-французски должен еще научиться.

Когда метро открылось, Ари поехал в Латинский квартал, где, как ему было хорошо известно, проживали студенты. Однако даже недорогие гостиничные номера оказались юноше не по карману, и он пошел в другой квартал — 20-й, считавшийся самым бедным в городе. Здесь ему повезло: удалось снять дешевую комнатку на верхотуре дома, у ворот которого красовалась многообещающая вывеска — «Отель де Л'Эсперанс» (Отель надежды). Название соответствовало оптимистическому настрою Ари. Снятая им комната была настолько крохотной, что в ней с трудом умещались узкая железная кровать и тумбочка. Чтобы впустить кого-нибудь, приходилось забираться на койку: иначе не открывалась дверь. Но все же это было жилье, первое жилье Ари Штернфельда в Париже, во Франции.

Прибывающих в Париж эмигрантов закон обязывал зарегистрироваться в течение суток, и юноша поспешил в бюро для иностранцев, где его вписали в книгу под номером D1-906028. На следующее утро он помчался на Центральный рынок — «чрево Парижа», по образному определению Золя. Там всегда требовались чернорабочие, и будущий ученый начал свою трудовую жизнь во Франции в качестве грузчика. Навсегда запомнил он, как уставал от непривычной работы и с каким аппетитом ел в прибазарной закускойной луковый суп — французское национальное блюдо.

Работа грузчика была для девятнадцатилетнего Ари, худощавого, но крепкого парня, посильной, однако платили мало, и поэтому юноша решил устроиться рабочим на завод. Он быстро научился обслуживать строгальный станок на небольшом предприятии в предместье Парижа, после чего рискнул обратиться на крупнейший автомобильный завод «Рено», где заработки были выше. 18 июля 1924 г. Штернфельда сфотографировали с железной табличкой, на которой был написан номер из нескольких цифр, а потом повели мимо бесчисленных корпусов промышленного гиганта к цеху № 142, внутри которого тянулись длинные ряды станков. У одного из них место пустовало, и его должен был занять Штернфельд. Мастер продемонстрировал операции, которые предстояло выпол-

нять повичку, а затем велел их повторить. Ари выполнил все как следует. Таким образом он успешно сдал экзамен на квалифицированного рабочего.

В чем же заключалась его новая работа? Требовалось собрать две части двигателя — картер и крышку, прикрепить их к станку, а затем, сидя на корточках, открыть кран с мыльной водой, запустить в работу дюжину сверл и сквозь мыльную пелену наблюдать за операцией. Выключив станок, надо было выпрямиться, снять узел со станка и разобрать его. А потом все повторялось сначала, и так 80 раз за смену. Не случайно это место до прихода Ари пустовало. Уже после часа работы заболели все мышцы, и он подумал, что не выдержит. Но прошло время, и он привык...

Несмотря на ежедневный тяжелый труд, Ари чувствовал себя превосходно, был жизнерадостен и общителен, интересовался всем происходящим. Заводы Рено находились в Булони, под Парижем, и ежедневные поездки в обе стороны отнимали много времени, но юноша паходил часы для знакомства с Парижем и окрестностями, приобрел друзей среди посетителей популярного студенческого кафе на улице Суфло, между Люксембургским садом и Пантеоном, где собирались вечные студенты, молодые инженеры и ученые. На улице Олье жила с мужем дальняя родственница Ари. Здесь юноша познакомился со знаменитым писателем Куприным, и впоследствии они часто беседовали в непринужденной обстановке [173, л. 46].

Под влиянием первых парижских впечатлений незаметно пролетело лето. В октябре Штернфельд взял расчет у Рено и выехал в Нанси, чтобы начать учебу. Он стал студентом первого курса Института электротехники и прикладной механики Нансийского университета. В Нанси Штернфельд провел почти три года, которые были для него настоящим испытанием. Много лет спустя ученый так писал об этом времени: «...передо мной распахнулись двери нансийского института механики. Я был счастлив... Но счастье мое было изрядно омрачено недостаточным знанием французского языка: лекции профессоров были мне почти непонятны. В этом океане передаваемых знаний только островки доходили до моего сознания. За несколько месяцев пребывания в Париже я не имел возможности учиться языку: я работал с утра до вечера... Кроме того, случайно или не случайно я очутился в цеху, где почти

все рабочие были иностранцами и говорили между собой на своих родных языках.

Неудивительно, что первый семестр я закончил плачевно. По одному или двум предметам я получил всего 4 балла из 20! А тут еще надвигались лотарингские заморозки — зима... Об отоплении моей комнаты и речи быть не могло: бюджет не позволял. Кстати, кое-какой выход я нашел: ноги, обутые в старые, многократно мною **собственно-**ручно починенные ботинки, я вставлял в две большие картонные коробки со смятыми газетами и от холода меньше страдал.

А голод? Конечно, я питался очень плохо, часто педоедал. Картошку, основное блюдо моего ежедневного меню, я всегда ел уже немного испорченной, подмороженной. Такая стоила дешевле. Зато день, когда я единственный раз за весь мой „нансийский период“ купил молодой картофель и вдоволь вкусил этот „дар божий“, навсегда сохранился в моей памяти» [164, л. 5, 6].

Парижских сбережений явно не хватало, и, чтобы свести концы с концами, Ари временно устроился контролером газовых счетчиков. За исключением ранних утренних часов, которые уходили на эту работу, он полностью отдавал себя учебе, просиживал в университетской библиотеке. Чтобы сэкономить время и деньги, Ари не брился и получил прозвище бородача. Упорство студента вознаграждалось все более высокими оценками, которые ставили ему преподаватели.

И вот закончен первый учебный год. В списке студентов отделения механики, переведенных на второй курс, фамилия Штернфельда стояла на 33 месте. Всего же значилось 58 человек. А ведь вначале было 148! Начались первые студенческие каникулы Штернфельда во Франции. Сыновья обеспеченных родителей разъезжались на отдых, а он отправился на следующий день снова в Париж. По-прежнему ради того, чтобы



Рис. 1. Герб Нансийского университета

немного заработать и вернуться в Нанси, к своей «альма матер».

В этот раз Ари устроился на небольшое предприятие Омера Самена по ремонту грузовых автомобилей марки «Либерти»¹. При этом не обошлось без курьезов. На вопрос, знаком ли он с дифференциалом, Ари ответил утвердительно, думая, что речь идет о дифференциальном исчислении. На следующий день ему поручили заниматься дифференциальным механизмом автомобиля. Однако первая растерянность прошла, и Ари хорошо справился с заданием. Вскоре он сделал одно изобретение, сразу же введенное в производство. Это был ленточный тормоз, в котором в зависимости от направления вращения вала автоматически переключался неподвижный конец ленты. Впоследствии Штернфельд включил этот тормоз в свой курсовой проект.

В общем студент блестяще справился с первым инженерным заданием и получил приглашение дирекции предприятия приехать на следующий год. Этим предложением он не замедлил воспользоваться по окончании второго курса и на этот раз принял деятельное участие в разработке новой конструкции мотоцикла. Шеф остался чрезвычайно доволен полученным результатом, и, помимо выдачи приличного денежного вознаграждения, Штернфельду предложили бесплатный мотоцикл, но при условии поездки на нем в Лодзь в рекламных целях. Поскольку у Ари совсем не было водительской практики, он разумно отказался совершить этот трудный маршрут протяженностью в две тысячи километров.

За все время учебы Штернфельд не расставался с идеей о межпланетных полетах. «Это не была абстрактная мечта, это уже были конкретные расчеты, которые меня всецело поглощали,— писал в своих воспоминаниях ученый.— Мои коллеги, замечая схемы, которые я чертил и в перерывах между лекциями, и в своей маленькой комнатушке, считали меня неизлечимым фантастом, более того — безумцем. Не забудем, что в те годы перелет через Атлантический океан станет сенсацией, которая взбудоражит мир. А тут какой-то одержимый доказывает реальную воз-

¹ Оригинальное название французских предприятий, на которых работал Штернфельд, дано в указателе иностранных названий в конце книги.

возможность овладения Вселенной. Я действительно был одержим этой идеей. На ехидные улыбки не обращал внимания» [171, л. 4].

Все же у Ари нашелся единомышленник — студент русского происхождения Александр Каплан. Он тоже интересовался космическими полетами, и друзья часто беседовали на эту тему. При всей поглощенности учебой и увлеченности своими идеями студент Ари Штернфельд не был отшельником. Серьезность и задумчивость соединялись у него с остроумием и чувством юмора. Он не чуждался студенческих проказ, таких, например, как устроение при посещении пивоваренного завода состязание, кто больше выпьет пива.

Годы учебы в Нанси запечатлелись в памяти Штернфельда на всю жизнь. Он с признательностью отзывался об институтских профессорах. Студенты боготворили своего ректора, преподававшего математику, называя его не иначе как «отец Вогт». Глубокую симпатию испытывал Штернфельд и к строгому, но справедливому профессору Хану, который вел курс механики.

В июле 1927 г. Штернфельд получил желанный диплом инженера-механика. В списках выпускников своего отделения — всего 31 человек — он значился вторым. Это был большой успех будущего ученого. Теперь он мог рассчитывать на прочное материальное положение и имел достаточный багаж знаний, чтобы вплотную заняться космонавтикой. С этим намерением Штернфельд оставил Нанси и вновь отправился в Париж. Здесь молодой инженер, уже зарекомендовавший себя как способный конструктор, мог не только легко найти работу, но и располагал возможностью выбора.

Проектирование разнообразного промышленного оборудования, которым Штернфельд занимался в различные периоды своей жизни, он считал делом второстепенным, вынужденным. Тем не менее, питая живой интерес к технике с детского возраста и сделавшись затем дипломированным инженером, он вкладывал в это дело весь свой прирожденный талант, что приносило зримый эффект. Построить автомат для производства искусственного жемчуга — таким было одно из новых заданий, которые получил Штернфельд. И что же? Устройство, спроектированное им, действовало безупречно: перламутровая глазурь ложилась на стеклянные шарики равномерно, технологический процесс полу-

чился безотходным, автомат почти не требовал присмотра. Проект станка для производства обычных деревянных колес дался молодому инженеру совсем легко.

Как ни любил Штернфельд Францию и как ни была интересна здесь его жизнь, его все же тянуло на родину. В январе 1928 г. он приезжает в Польшу. В течение пяти месяцев Штернфельд в поисках работы обивает пороги разных предприятий в Лодзи, Варшаве и других городах. В стране, охваченной безработицей, найти работу по специальности оказалось невозможным, и он возвращается в Париж. Здесь Штернфельд быстро устраивается в конструкторское бюро акционерного общества «Бетик». Условия работы ему подходят: при хорошем заработке он будет занят неполную неделю. Оставшееся время можно посвятить любимому делу — космонавтике. Штернфельд решает писать докторскую диссертацию по этой теме и потому поступает в Сорбонну.

Научные исследования Штернфельда заслуживают отдельного рассмотрения, и им посвящена следующая глава данной монографии. Здесь же мы продолжим рассказ о его инженерной деятельности, без которой характеристика личности Штернфельда была бы неполной.

На фирме «Бетик» ему поручили спроектировать универсальный станок для изготовления бочек, который должен был принципиально отличаться от существовавших громоздких, тяжелых и дорогостоящих станков, требовавших к тому же разнообразных приспособлений. Новый станок задумывался для удовлетворения нужд бондарей-ремесленников, разбросанных по всей стране, особенно в винодельческих районах. Вскоре проект такого станка был готов², и к его осуществлению приступили в мастерских фирмы, находившихся в портовом городе Дьепп. Туда и поехал молодой конструктор вместе с главой фирмы господином Пувро. Их встречал на вокзале директор мастерских, который приветствовал своего парижского коллегу и спросил, почему тот не взял с собой автора проекта. Он был крайне удивлен, когда узнал, что неприметный молодой чело-

² На конструкцию этого станка Штернфельд получил патент 278521, Бельгия, МКИ В24В 19/24.

век, приехавший с господином Пувро, и есть талантливый инженер Штернфельд.

Испытания бондарного станка прошли успешно, а спустя некоторое время, летом 1929 г., конструктор посетил промышленную выставку в Париже, где его внимание привлекла толпа посетителей, собравшаяся около какого-то стенда. Оказалось, что там демонстрируется станок Штернфельда! Наблюдая за неуверенными действиями рабочего, изобретатель не удержался, снял пиджак и сам взялся за дело. Быстро побежала тонкая стружка, и в воздухе приятно запахло свежей древесиной. «Толпа была в восторге», — вспоминает Ари Абрамович. Фирма «Бетик» получала на станок Штернфельда один заказ за другим, и конструктора пригласили на фирму «Вандевр».

Это было солидное промышленное предприятие, объединявшее машиностроительные заводы в четырех городах Франции. Молодого инженера принял лично директор фирмы, предложивший ему спроектировать еще более совершенный бондарный станок, отличающийся по конструкции от прежнего. Штернфельд и на этот раз блестяще справился с заданием. Но когда фирма «Вандевр», не дожидаясь выпуска станка, начала его рекламировать, «Бетик» выдвинула свои претензии... Чуть было не разгорелся скандал, но в конце концов конкуренты примирились, заключив взаимовыгодное соглашение. А Штернфельд получил задание усовершенствовать двигатель внутреннего сгорания. И снова он нашел оригинальное решение, признанное изобретением³.

Выполнив несколько заказов по проектированию промышленного оборудования, недавний студент счел обязанностью вернуть долги за обучение нансийскому институту и студенческому обществу. Руководители общества были этим приятно удивлены: подобный акт был первым в их практике, невозврат долгов вошел уже в традицию. Казначей тут же внес полученную сумму в графу «субсидии». Когда Штернфельд учился в Нанси, его мало кто знал. Теперь же он получил известность в Латинском квартале благодаря своим заработкам «изобретателя, работающего по заказам». Студенты и начинающие инженеры брали у него в долг деньги, которые почти никогда не возвращали.

³ Пат. 364907, Бельгия, МКИ F02B 69/06.

Штернфельд, сам еще недавно испытывавший нужду, всегда готов был помочь другому и получил за это шутовское прозвище «банкир».

Через некоторое время молодого инженера пригласили на работу в Национальное бюро научно-промышленных исследований и изобретений в Бельвю. При этом произошел забавный эпизод. Однажды вечером в марте 1930 г. в гостиничном номере, где жил Штернфельд, появился высокий, крупный мужчина с черной бородкой, в очках — руководитель отдела упомянутого бюро Константин Шпловский. Он застал Штернфельда на табуретке, стоящей на столе. Чем же занимался в этот момент хозяин комнаты? Оказывается, он превращал потолок в модель Солнечной системы: электрическая лампочка посередине должна была представлять Солнце, использованная машинописная лента — орбиты планет, а картонные кружочки — сами планеты. Неожиданный гость произвел на Ари Абрамовича впечатление Мефистофеля, который задумал его искутить. И действительно, инженер Шиловский, узнавший о незаурядных способностях молодого инженера, обратился к нему с заманчивым предложением. Речь шла о переходе на работу в бюро с весьма приличным окладом при занятости всего десять дней в месяц. Штернфельд получал возможность еще интенсивней работать над диссертацией по межпланетным полетам.

Если на прежних местах работы он занимался конструированием, то теперь в Бельвю проверялись его инженерно-математические способности. Однажды Штернфельду дали задание рассчитать процесс крекинга нефтепродуктов в дистилляционных установках в зависимости от геометрической формы последних. Общепринятой методики расчета не существовало, и Штернфельд сам вывел все необходимые формулы, одна из которых получилась столь длинной, что не уместилась в одну строку. Некоторые коллеги усомнились в возможности использования и достоверности этой сложной формулы, но вскоре практическая проверка подтвердила расчет.

Шиловский, под началом которого работал Штернфельд, был незаурядным инженером, высокоодаренным человеком. За изобретение гидролокатора этот российский подданный, попавший во Францию, удостоился высочайшей награды — ордена Почетного легиона.

Шиловского связывала дружба с Полем Ланжевенем, познакомился с этим выдающимся ученым и Штернфельд.

Штернфельд высоко ценил опыт инженера-расчетчика, приобретенный в Бельвю. Здесь он проработал более года, до лета 1931 г., а затем выполнил ряд исследований в частном порядке. К этому времени Штернфельд собрал все материалы, необходимые для подготовки докторской диссертации, черновые страницы которой множились с каждым днем. В течение трех лет докторантуры в Сорбонне (1928—1930) он регулярно встречался со своими научными руководителями академиком Кенигом и профессором Оклером (именно он и порекомендовал Штернфельда Шиловскому). Эти встречи, носившие необычный характер, отнюдь не были консультациями. Диссертант докладывал о результатах выполненных исследований, излагал свои концепции, доказывал необходимость и реальную возможность развития ракетной техники и освоения космического пространства. Ученые не имели никаких возражений, оставляя подопечному полную свободу.

И вдруг случилось неожиданное. Научные руководители Штернфельда заявили ему, что ни они, ни кто-либо другой из университетской профессуры не могут взять на себя ответственность за научность тематики о межпланетных полетах. Взамен Штернфельду предложили писать докторскую диссертацию на другую, апробированную практикой тему. Впоследствии пионер космонавтики так комментировал этот неожиданный отказ, поставивший его перед необходимостью выбора дальнейшего пути: «Они предлагали повернуть ход моей жизни назад и заняться теорией резки металлов... Ученые прельщали меня повышенной стипендией, неограниченным сроком защиты докторской диссертации. „Впрочем,— говорили они,— если Вы обеспечите себя материально, то можете заниматься для своего удовольствия чем угодно, даже фантастическими полетами в мировое пространство“. Но я отказался от этого предложения, решив все мои силы посвятить космонавтике и продолжать работу в этом направлении на свой страх и риск» [170, л. 2].

В этом решении Штернфельда поддержала его будущая жена Густава Эрлих. Случилось так, что эта давняя подруга сестер Ари по лодзинской гимназии приехала во Францию и поступила в Нансийский уни-

верситет тогда же, когда и Штернфельд. Случайно они поселились в одном доме. Однако робкий юноша, всецело поглощенный учебой, редко встречал свою прежнюю знакомую, которая была занята собственными делами. Густава уже вскоре приобрела популярность в Нанси благодаря своей общественно-политической деятельности. Она вступила в контакт с польской секцией французской компартии и стала ее активным членом. Обучаясь в университете, Густава подрабатывала на макаронной фабрике, откуда летом 1926 г. была уволена за участие в рабочей делегации. Тогда она уехала в Париж и поступила в Сорбонну, чтобы обучаться психологии и преподаванию французского языка для иностранцев. Таким образом, Штернфельд потерял из виду эту энергичную, стройную девушку с каштановыми волосами. И опять случай свел их через год в Париже. Однажды вечером начинающий инженер переходил в задумчивости улицу и чуть не попал под автомобиль. В последний миг его остановила Густава! Эта неожиданная встреча стала началом дружбы молодых людей.

Густава по-прежнему сочетала учебу с общественно-политической работой. Она руководила рабочим драматическим кружком, и благодаря этим ее интересам Ари оказался однажды в театре «Одеон», где выступал со стихами Маяковский. После выступления молодые люди распрашивали поэта о Стране Советов — Густава говорила по-русски. Она же ввела начинающего ученого в круг революционно настроенной молодежи, ненавидевшей буржуазный строй с его пороками. Взоры молодых людей были устремлены к первому в мире государству рабочих и крестьян, в котором они видели воплощение своих идеалов.

Густава Эрлих верила в дело, которому посвящал себя Ари Штернфельд. Со временем она стала ему незаменимой помощницей: прочитывала и отшлифовывала все работы, выходявшие из-под пера ученого. В 1930 г. Густава отредактировала его первую рукопись по космонавтике для газеты «Юманите». Эта научно-популярная статья с портретом К. Э. Циолковского заканчивалась пророческими словами: «Только социалистическое общество откроет путь к освоению космического пространства» [1].

Свои взгляды на космонавтику Штернфельд пропагандировал также в вечернем народном университете

Utopie d'hier, possibilité d'aujourd'hui

PEUT-ON ALLER DE LA TERRE AUX AUTRES PLANÈTES ?

Les anticipations audacieuses de Jules Verne et de Wells
font place aujourd'hui à des prévisions scientifiques

La possibilité des voyages interplanétaires est si contestée en général qu'on n'y prête aucune attention. Cette possibilité est pourtant démontrée scientifiquement.

On a même commencé à faire des expériences pour prouver la justesse des déductions théoriques, et on peut espérer, sans témérité, que, dans les années qui viennent, le problème sera pratiquement résolu.

Que faut-il pour s'arracher à la terre ?

C'est bien la force de l'attraction terrestre qui nous tient prisonniers du globe. C'est elle qui rappelle au sol tout objet lancé vers le haut.

Mais la grandeur de cette attraction diminue sensiblement à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol. La loi de Newton nous enseigne que l'intensité de cette force diminue proportionnellement au carré de la distance de l'objet au centre de la Terre. Ainsi, un objet qui pèse 1 kilogramme au niveau du sol ne pèse plus qu'un quart de kilogramme à une hauteur de 0,571 kilomètres, distance égale au rayon de notre globe. Ce même objet ne pèsera plus qu'un centième de kilogramme, soit 10 grammes, à une distance du centre de la Terre égale à 10 fois son rayon.

Il en résulte qu'une pierre (par exemple) qui, lancée verticalement de la surface de la Terre ne monte qu'à 1 mètre, monterait à 4 mètres de son point de départ si elle était lancée avec la même vitesse initiale par un observateur placé à 0,571 kilomètres du sol. Elle s'élèverait de 100 mètres si l'observateur répétait la même expérience à une distance du centre de notre planète égale à 10 rayons terrestres.

On conçoit donc que, pour écartier un objet à une distance voulue du centre de la Terre, il faut lui communiquer une quantité de mouvement bien inférieure à celle qui serait indispensable si la force de l'attraction terrestre était la même en tout point dans l'espace.

C'est justement cette « circonstance » des lois de la nature — peu remarquée dans la vie quotidienne — qui nous permettra de nous arracher à la Terre par nos moyens techniques.

Il résulte en effet de ce qui a été dit que si on lance vers le haut des objets de même masse avec des vitesses initiales égales respectivement à 2, 4, 8 kilomètres à la seconde ils atteindront des hauteurs non pas 2, 4, 8 fois plus grandes que celle qu'attent un objet lancé à la vitesse de 1 kilomètre à la seconde, mais bien



K. E. CIOLKOWSKY

Le savant russe, un des pères de la science astronautique

Ainsi, pour lancer un projectile sur Mars il suffirait de lui communiquer une vitesse de 11,6 kilomètres-seconde, sur Vénus de 11,4 kilomètres-seconde. Il est évident que, de tous les corps célestes, le plus facile à atteindre est notre satellite, la Lune. A l'inverse des voyages interplanétaires, le voyage à la Lune sera de courte durée et pourra être effectué à toute date. Pourtant, quoique sa distance soit plus de 100 fois plus petite que la distance minima à Vénus, notre plus proche planète, il faudra pour atteindre la Lune une vitesse initiale qui ne soit pas beaucoup inférieure aux grandeurs citées.

Les valeurs indiquées font abstraction de la résistance de l'air.

Comme nous le verrons plus loin, cette résistance ne joue pas un rôle important dans le mode de propulsion des astronefs par fusée, seul moyen actuellement réalisable.

Actions physiologiques exercées sur le voyageur

Imaginons maintenant un être humain placé dans un véhicule qui effectue un voyage cosmique, et examinons les effets physiologiques qu'il subit pendant son trajet.

Il nous faut distinguer deux périodes du voyage. Pendant la première période on imprimait à l'astronef, par un moyen quelconque, une accélération qui doit porter sa vitesse à une valeur donnée.

L'effet physiologique se traduit

contre cette force et à choisir les moyens les plus efficaces.

Il est évident que le développement de l'aviation, basée sur ses principes actuels, ne peut pas aboutir à la conquête des espaces interplanétaires. En effet, le « plus léger » et le « plus lourd » que l'air utilisent cet air comme milieu d'appui. Or, la densité de l'atmosphère diminue très vite et à une hauteur de 100 kilomètres elle est déjà pratiquement négligeable. La hauteur accessible même pour l'avion le plus perfectionné est donc très limitée.

La première idée qui nous vient à l'esprit c'est de tirer sur la Lune à l'aide d'un très long canon, un projectile habitable, comme l'a proposé Jules Verne (*De la Terre à la Lune* et *Auteur de la Lune*).

L'obus de l'illustre écrivain ne résiste pourtant pas à la critique de la science et de la technique. Entre autres objections, il faudrait souligner qu'un tel obus ne pourrait certainement pas être habitable. En effet, au moment de l'explosion, les voyageurs éprouveraient un tel choc, que le millième de sa valeur suffirait pour les tuer net. Pour cette raison on peut donc négliger les dangers mortels qui guetteraient nos malheureux voyageurs à cause du freinage brusqué de l'obus par l'énorme résistance de l'air, à la vitesse exigée.

Pour réduire le poids à apparent de des voyageurs, il suffirait, il est vrai, d'allonger le canon, mais dans ce cas on arriverait à des engins irréalisables. En effet, même dans un canon qui relancerait Paris à Marseille, l'augmentation du poids apparent ne paraît pas acceptable.

Donc, même en faisant abstraction des autres objections plausibles : comme manque d'explosifs assez énergiques pour cette performance, prix exorbitant de l'installation, etc., les difficultés de réalisation de ce projet restent insurmontables. La construction d'un canon électromagnétique ne présenterait pas de moindres difficultés.

On a songé (Mas, Dronet, Cressigny) à attacher le projectile cosmique sur la périphérie d'une grande roue qui, en accélérant son mouvement de rotation imprimait au projectile la vitesse voulue. On libérerait alors le projectile qui continuerait son mouvement tangentiellement à la circonférence qu'il décrivait sur la roue au point où il l'a quittée. L'angle de tir pourrait être réglé à volonté.

Рис. 2. Фрагмент статьи А. Штернфельда из газеты «Юманите», 19 августа 1930 г.

«Культур Лига», где его лекции вызывали большой интерес. В 1929—1931 гг. сообщения о них периодически появлялись на страницах одной из газет Французской компартии [262]. Нередко по воскресным дням Штернфельд сопровождал группы рабочих, желавших посетить знаменитый музей техники «Arts et Métiers». «Излюбленной моей темой, — вспоминал ученый, —

являлся транспорт будущего — реактивные самолеты, и далее шел рассказ об эре космических полетов. Слушатели смотрели на меня снисходительно, как на чудака» [106, с. 47].

Все это время Штернфельд продолжал заниматься проблемой межпланетных полетов, совмещая любимое дело с проектно-конструкторской работой, дающей средства к существованию. Эта работа, отнимавшая два-три дня в неделю, хорошо оплачивалась, и Штернфельд мог бы даже сделать сбережения, если бы не необходимость оказывать помощь его родным в Польше. Seriously заболела Бела, и Штернфельд пригласил сестру с матерью к себе, надеясь на благотворное влияние парижской атмосферы. Однако все старания оказались тщетны: вскоре, весной 1932 г., Бела не стало. Ее похоронили на парижском кладбище, вдали от родины.

В июле того же года Штернфельд отправился в Советский Союз. Ехал он в Москву по приглашению Наркомтяжпрома, которому французская компартия рекомендовала его проект робота-андроида. Этот робот предназначался для выполнения трудоемких и опасных работ: монтажа и разборки зданий, гашения пожаров на нефтеприисках и т. д. Идея андроида пришла Штернфельду, когда он, будучи во французских Альпах, пытался совершить вдвоем с товарищем без всякого снаряжения восхождение на Монблан. Альпинисты-любители переоценили собственные возможности и едва не погибли.

Путешествие в столицу СССР заняло несколько дней. Здесь Штернфельда приняли как весьма ценного иностранного специалиста и поселили в центре города, в гостинице «Савойя» (теперешний «Берлин»). В помощь изобретателю выделили квалифицированных чертежников, и через три-четыре недели проект был готов во всех деталях. Штернфельд отказался от полагавшегося ему гонорара, а из того бюджета, которым располагал в Москве, израсходовал лишь небольшую сумму — для покупки трех альбомов по русскому и советскому искусству.

В августе 1932 г. после месячного пребывания в СССР Штернфельд направился в Польшу, к родным в Лодзи. В спокойной обстановке родительского дома он намеревался оформить в виде книги свои идеи по космонавтике, используя материалы, накопившиеся за

время работы над докторской диссертацией. Это намерение воплотилось в монографии под названием «Введение в космонавтику».

Глава 3

Начало творческого пути в космонавтике (1927—1934)

Предшественники Штернфельда. Переписка с Циолковским. Статья в «Юманите». Работа над монографией «Введение в космонавтику». Доклады для Французской академии наук. Международная премия по астронавтике

Готовясь в 1927 г. к поступлению в Парижский университет для выполнения диссертационной работы по теме «Проблематика космонавтики», Штернфельд решил выяснить, что сделано в интересующей его области. Ранее он обращался в одно из научных учреждений Франции с просьбой сообщить, где ведутся работы над проблемами космических полетов. Ответ был скор и лаконичен: нигде в мире. Начинающему ученому оставалось искать необходимые сведения среди многих тысяч книг, журналов, патентов и рукописных материалов по всему обширному кругу вопросов, имеющих отношение к исследуемой теме. Штернфельд просмотрел собрание старейшей Библиотеки святой Женевьевы, а после поступления в Сорбонну стал посещать знаменитую Национальную библиотеку. В результате кропотливого поиска он отобрал около 200 названий книг, периодических изданий, рукописей и свыше 100 патентов на английском, французском, немецком, итальянском и других языках. Этот материал был использован Штернфельдом при проведении собственных изысканий, в которых он мог опираться на немногие труды пионеров теории космических полетов.

Научные основы космонавтики заложил наш соотечественник К. Э. Циолковский, который в 1897 г. вывел основную формулу ракетодинамики, опубликованную в 1903 г. в научной статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В этой классической работе и последующих дополнениях к ней представлен первый научно обоснованный проект космического корабля-ракеты: сигарообразный аппарат

приводится в движение жидкостным ракетным двигателем, работающим предпочтительно на топливе кислород — водород; сжиженные окислитель и горючее хранятся под низким давлением в отдельных баках, образующих корпус корабля-ракеты, и подаются в камеру сгорания высоконапорными насосами; реактивное сопло, охлаждаемое топливом, обеспечивает эффективное преобразование потенциальной химической энергии содержимого баков в кинетическую энергию истекающих газов; с целью управления полетом корабля-ракеты выходная часть сопла может выполняться поворотной, либо в реактивной струе могут устанавливаться газовые рули.

Вслед за К. Э. Циолковским в создание научного фундамента космонавтики внесли весомый вклад Р. Х. Годдард, Г. Оберт, Ф. А. Цандер, В. Гоман, Ю. В. Кондратюк, Р. Эно-Пельтри. Первый из них запатентовал в 1914 г. схему ракеты, в которой нашли отражение многие принципы, широко используемые в современной ракетно-космической технике. Осознав перспективность многоступенчатых ракет, Годдард впервые задался вопросом рационального их проектирования на математической основе. Его монография «Метод достижения предельных высот» (1919 г.) явилась первой зарубежной публикацией по научному обоснованию ракеты на химическом топливе как средства для полета в космос.

В 1923 г. вышла книга Г. Оберта «Ракета в космическое пространство», в которой рассмотрены многие аспекты проблемы космического полета, включая динамику движения ракетного аппарата и управление им, физиологические явления в полете, научную полезность и практические выгоды от развития космонавтики и т. д. Оберт представил детальное устройство двухступенчатой ракеты, работающей на жидком топливе.

С начала 20-х годов с научно-техническими идеями, касающимися межпланетных полетов, публично выступал Ф. А. Цандер. В 1924 г. в техническом журнале появилась его статья «Перелеты на другие планеты» с конспективным изложением некоторых результатов исследований, начатых под влиянием работ Циолковского. Цандер уделял большое внимание анализу схем летательных аппаратов и двигателей, при помощи которых он надеялся осуществить полет в космос. Этот вопрос получил освещение в книге учебного «Проб-

лема полета при помощи реактивных аппаратов», опубликованной в 1932 г. Автор уделил также много места расчетам «путей полета далеко летающих ракет». К сожалению, Цандер не успел опубликовать результаты своих фундаментальных исследований в области механики космического полета.

Многие основополагающие результаты в этой области были получены самостоятельно В. Гоманом, который опубликовал их в 1925 г. в книге «Возможность достижения небесных тел», дополненной затем статьей от 1928 г. Ученый нашел, в частности, что наиболее выгодная в энергетическом отношении траектория полета межпланетного корабля представляет собой эллипс, касающийся орбит обеих планет (эллипс Гомана). Важные выводы были сделаны при расчетах посадки космических аппаратов на различные небесные тела.

Независимо от других пионеров космонавтики к идее космической ракеты пришел Ю. В. Кондратюк, предсказавший многие черты современных ракетно-космических систем. Часть его исследований вошла в книгу «Завоевание межпланетных пространств», изданную в 1929 г. в Новосибирске. В этой книге обсуждались основные научно-технические вопросы, от решения которых зависело осуществление полета в космос.

В отличие от ученых, работы которых рассмотрены выше, Р. Эно-Пельтри пришел к выводу о возможности осуществления полетов к Луне и планетам только в том случае, если удастся воспользоваться энергией радиоактивного распада ядер или хотя бы рекомбинации частиц гипотетического атомарного топлива. В 1913 г. Эно-Пельтри опубликовал статью «Соображения о результатах неограниченного уменьшения веса двигателей» с рассмотрением «чисто механической задачи» полета аппарата на Луну и планеты. Спустя 15 лет в периодическом астрономическом издании появилась обширная работа ученого, в которой затрагивался широкий круг вопросов: от баллистики ракет до возможных путей распространения жизни во Вселенной. В 1930 г. вышла книга «Астронавтика», обобщающая результаты исследований Эно-Пельтри.

Одним из первых пропагандистов идеи космических полетов среди широких читательских масс стал автор «Занимательной физики» Я. И. Перельман, выпустивший в 1915 г. популярную книгу «Межпланетные путешествия», которая затем многократно переиздавалась

в доработанном и обновленном виде. Вслед за Перельманом ленинградский профессор Н. А. Рынин составил и опубликовал в 1928—1932 гг. первую энциклопедию по проблемам космонавтики — девять книг под общим названием «Межпланетные сообщения». Из этого труда Штернфельд получил некоторое представление об исследованиях Цандера и Кондратюка. Только после переезда на жительство в СССР в 1935 г. он смог полностью ознакомиться с работами русских и советских ученых.

О Циолковском Штернфельд узнал впервые лишь в 1929 г. Заполучить работы Циолковского, имя которого не значилось даже в каталогах Национальной библиотеки, оказалось трудным делом. Тем не менее в течение нескольких месяцев Штернфельду удалось достать ряд публикаций через французское отделение Банка для внешней торговли СССР [118, с. 65]. Еще раньше, 11 июня 1930 г., он написал Циолковскому, и после получения ответа в Калугу ушло второе письмо. «Я осмеливаюсь просить Вас прислать мне Ваш снимок, которым я мог бы воспользоваться ввиду журнальной статьи о межпланетных путешествиях», — писал Штернфельд¹. Он получил этот снимок вместе с несколькими работами Циолковского.

19 августа 1930 г. тысячи французов раскрыли газету «Юманите» со статьей «Вчерашняя утопия — сегодняшняя реальность. Можно ли путешествовать с Земли на другие планеты?». Через две недели появилось окончание статьи. Под ней стояло имя инженера Л. Ролена: иностранцы не могли печататься во французской коммунистической прессе, и Штернфельд взял себе псевдонимом название улицы, на которой жил [1].

Вначале в статье излагались научно-физические основы космических полетов, приводились значения скоростей, которые необходимо сообщить аппарату для полета вокруг Земли, для путешествий к Луне, Венере, Марсу и, наконец, для вылета за пределы Солнечной системы. Затем кратко упоминались физиологические аспекты космического полета (перегрузка и невесомость). Первая часть статьи заканчивалась обзором неосуществимых проектов межпланетных путешествий. Вторая часть полностью посвящалась ракете как един-

¹ См.: Письма А. А. Штернфельда к К. Э. Циолковскому // Арх. АН СССР. Ф. 555, оп. 4, д. 708.

PARIS, LE 16 janvier 1932

Monsieur
K. E. Ciolkowsky
Kalouga

Cher maître,

En réponse à votre honnête du 3 du
mois et j'ai l'honneur de vous envoyer
des listes de 50 quelques périodiques
que vous m'avez demandés.

Des conditions matérielles ne m'ont
pas malheureusement permis d'effectuer
cette bibliographie plus tôt.

Bien à vous

A. Sternfeld

4, r. Chien

Рис. 3. Письмо А. Штернфельда К. Э. Циолковскому о высылке перечня периодических изданий, 16 января 1932 г.

ственному средству для полета в космос. Наряду с изложением основ ракетного движения и указанием на принципиальную возможность достижения космических скоростей и осуществления полета в межпланетном пространстве автор обращал внимание на многоступенчатые аппараты, поскольку только они могли решить проблему надлежащего соотношения начальной и конечной масс для космического корабля. В завершение приводилась краткая хронологическая справка по истории ракет и выполненным исследованиям в области межпланетных полетов.

Фотография Циолковского была помещена в начале статьи с подписью «К. Э. Циолковский — русский ученый, один из отцов астронавтической науки». Так начались научные связи Штернфельда с основоположни-

ком космонавтики. Впоследствии он передал Национальной библиотеке ряд книг и брошюр, полученных от Циолковского, проследив за их введением в каталог. По просьбе ученого из Калуги Штернфельд составил обширный список периодических изданий (78 названий), в которых печатались статьи по вопросам космонавтики. Знакомясь с работами, присылаемыми из СССР, он постигал русский язык. Но прошло еще несколько лет, прежде чем Штернфельд смог без труда понимать все напечатанное. По-русски письма в Калугу писала от его имени Густава Эрлих, а он только подписывался.

Между тем в результате совместных усилий представителей разных национальностей создавались научно-технические предпосылки, необходимые для начала практических работ в области космонавтики. Годдард еще в 1921 г. приступил к разработке двигателей и ракет на жидком топливе, а вскоре в разных странах стали создаваться объединения энтузиастов космического полета. Первым в 1924 г. организовалось Общество изучения межпланетных сообщений в СССР, спустя три года в Германии возникло Общество межпланетных сообщений, начавшее проводить эксперименты и издавать журнал «Ракета». Именно из него Штернфельд узнал о Циолковском. В 1929 г. он стал членом этого общества, в котором состояли Гоман, Зенгер, Оберт, Рынин, Эно-Пельтри [173, л. 90].

С 1929 г. вопросами разработки и применения жидкостных ракет начинают заниматься государственные организации: в ленинградской Газодинамической лаборатории (ГДЛ) для этой цели создается специальное подразделение (под руководством В. П. Глушко). Спустя три года московская Группа изучения реактивного движения (ГИРД), основанная энтузиастами, получает собственную исследовательскую и производственную базу (начальником ГИРД назначается С. П. Королев).

Пуски жидкостных ракет начали проводиться еще до того, как появились эффективные, надежно работающие двигатели. 16 марта 1926 г. поднялась в воздух ракета Годдарда, а спустя пять лет стартовала жидкостная ракета конструкции И. Винклера в Германии. Ранее, летом 1928 г., здесь состоялся полет пилотируемого ракетного аппарата: Ф. Штамер управлял планером «Утка» конструкции А. Липпина, снабженным двигателями на черном порохе, созданными

Ф. Зандером. Осенью 1933 г. были осуществлены пуски ракет на жидком топливе в СССР. Вначале стартовал аппарат ГИРД-09, который по современной терминологии относится к так называемым гибридным ракетам, а затем взлетела ракета ГИРД-Х, в конструкции которой содержались многие черты современных жидкостных ракет. Тогда же в ГДЛ были созданы первые образцы достаточно эффективных и надежно работающих ЖРД.

Чтобы успешно идти вперед, необходимо было творчески усвоить наследие основоположников космонавтики, развить высказанные ими идеи до практических предложений, вооружить работников ракетной техники ясным видением целей, пониманием предстоящих трудностей. Все это имел в виду Штернфельд, приступая в 1932 г. к монографии «Введение в космонавтику».

В течение полутора лет он работал отрешенно в маленькой полутемной комнате родителей в Лодзи, в невероятно трудных условиях. Работа требовала многочисленных расчетов, а у Штернфельда не было даже арифмометра, не говоря уже об электрических счетных машинах, которыми он пользовался в Париже. Знакомый бухгалтер согласился давать ему украдкой арифмометр из конторы завода на воскресное время. В течение полутора суток в конце недели Штернфельд почти не ложился спать, беспрестанно вращая рукоятку счетного прибора. Писал он на кусках оберточной бумаги.

В плотно закрытую комнату врывались дурные запахи со двора-колодца и тревожная атмосфера реакционного режима «санации», установленного властями Польши. Весь 1933 год в стране повсеместно происходили забастовки и вспыхивали крестьянские восстания. Особенно активно боролись текстильщики Лодзи. Редактировавшая рукопись Густава Эрлих, ставшая женой Ари Абрамовича, преданно выполняла свой долг члена компартии. Как вспоминал ученый, он никогда не был уверен, что его редактор не попадет в лапы охранки [170, л. 3].

Штернфельд писал свой труд на французском языке, рукопись печатала на машинке его сестра Франка. Лодзинский художник К. Хиллер выполнил по проекту автора оригинальную обложку для монографии, отразив ее содержание в графической композиции. На рисунке представлен ряд формул, указаны величины трех

основных космических скоростей, изображены различные траектории движения космических аппаратов относительно планеты. Фамилию автора монографии обрамляет открытая им обходная траектория для полета к Солнцу. Внизу композиции изображено сверхзвуковое сопло, в профиль которого вписано название труда — «Initiation à la Cosmonautique». Впоследствии, при издании монографии, этот рисунок для обложки был помещен на фронтиспise.

После книги по космонавтике в абстрактных графических композициях Хиллера появились линии, похожие на космические траектории, и геометрические формы, напоминающие небесные тела и ракеты. Хиллер представлял наиболее авангардистское, новаторское течение в польском изобразительном искусстве. В Польше тех лет, особенно в лодзинской среде, это связывалось с левыми политическими взглядами. Судьба художника сложилась трагически. Немец по происхождению, он был в декабре 1939 г. арестован гестапо за сотрудничество с поляками-патриотами и расстрелян.

Последняя, 490-я страница «Введения в космонавтику» [139] была отпечатана в ноябре 1933 г., и автор повез свой труд в Варшаву, чтобы представить его на суд официальной науки.

«6 декабря 1933 г., — вспоминает старейший польский астроном Ян Гадомский, — мы впервые услышали на научном собрании в астрономической обсерватории Варшавского университета доклад Штернфельда на тему о его научных изысканиях в столь новой тогда области знаний. Его выступление не вызвало, однако, большого энтузиазма... В докладе Штернфельда не было обнаружено научных ошибок, ибо их там не было. Но его приняли довольно холодно, считая тему космических путешествий слишком фантастической» [209, с. 6].

Дальнейшее пребывание ученого в Польше стало бессмысленным, и он решил вернуться в Париж, где надеялся пробить дорогу своему творению. Известный физик Поль Ланжевен, с которым Штернфельд ранее познакомился через Константина Шиловского (см. с. 29), после прочтения монографии посоветовал автору представить ее на соискание премии, присуждаемой Комитетом авиации при Французском астрономическом обществе. Также по совету Ланжевена

Штернфельд послал копии монографии ряду ученых, в том числе Оберту и Гоману.

Штернфельд поставил себе целью доказать правоту своих научных концепций не только в беседах с отдельными представителями ученого мира, но и на форуме Французской академии наук. Поистине дерзновенный замысел: ведь до этого космические полеты не обсуждались на заседаниях ни одной академии! Для начала он выбрал из «Введения в космонавтику» две темы, по которым подготовил доклады. Но представить их Академии могли только ее члены, и, чтобы установить необходимые контакты, Штернфельд стал посещать лабораторию лауреата Нобелевской премии академика Жана Перрена.

Здесь, на улице Пьера Кюри, хозяин устраивал традиционные «четверги», на которые приходила молодежь, желающая получить его совет. В беседах за чаем, приготавливаемым в колбах на газовых горелках, принимали участие супруги Жолио-Кюри, Фрэнсис Перрен и другие известные ученые. Обсуждение научных проблем перемежалось с горячими спорами на тему дня. Хозяин лаборатории всегда был противником фашизма и выступал за создание Народного фронта.

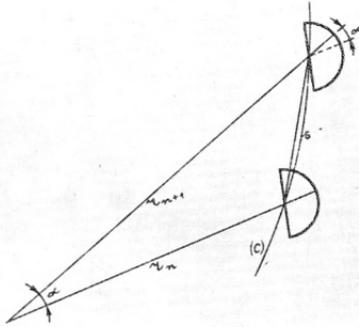
Жан Перрен одобрил первый доклад Штернфельда и 22 января 1934 г. представил его на заседании Французской академии наук. Это была небольшая работа на тему навигации в космосе под названием «Метод определения траектории тела, движущегося в межпланетном пространстве, наблюдателем, связанным с подвижной системой» [4]. Автор предложил воспользоваться в указанных целях малоинерционным высокочувствительным термометром в сочетании с оптическим датчиком. На основании показаний термометра определяется удаление космического аппарата от Солнца: оно оказывается обратно пропорциональным квадрату температуры. Оптический датчик должен был показывать угловое перемещение аппарата: по отклонению направления солнечного луча от оси фотокамеры, подвешенной на кардане и удерживаемой в определенном положении относительно звезд с помощью гироскопов.

Факт обсуждения работы Штернфельда на заседании академии наук означал официальное научное признание космонавтики как новой области познания. Штернфельд торжествовал. Сложнее оказалось с дру-

МÉCANIQUE. — Méthode de détermination de la trajectoire d'un corps en mouvement dans l'espace interplanétaire par un observateur lié au système mobile. Note de M. ARY J. STERNFELD, présentée par M. Jean Perrin.

Pour déterminer la position et la vitesse d'un véhicule se mouvant dans l'espace interplanétaire (¹), on peut appliquer la méthode suivante :

Soient (C) la trajectoire plane du mobile, r_n et r_{n+1} les rayons vecteurs, représentant les distances du Soleil de deux points de la trajectoire, et α l'angle compris entre ces vecteurs (voir figure).



L'arc de longueur s qui sépare les deux points peut être confondu avec la corde qui le sous-tend, pourvu que α soit assez petit. Il est alors évident que, si l'on arrive à déterminer r_n , r_{n+1} et α dans des intervalles de temps assez rapprochés, on sera en possession d'une méthode qui nous donnera la trajectoire avec une approximation dépendant de la fréquence des mesures.

Si la forme de la trajectoire est connue d'avance, comme c'est le cas d'un

(¹) Ce problème a été discuté notamment par M. H. Öberth (*Wege zur Raumschifffahrt*, München u. Berlin, 1929, p. 198) et M. R. Esnault-Pelterie (*L'Astronomie nautique*, Paris, 1930, p. 173).

Рис. 4. Первый научный доклад А. Штернфельда, опубликованный в трудах Французской академии наук

гим его докладом: «О траекториях, позволяющих приблизиться к центральному притягивающему телу, исходя из определенной кеплеровской орбиты» [6]. Автор доказывал, что полет к центральному светилу по траектории с предварительным удалением выгоднее в энергетическом отношении, чем непосредственно ведущий к цели. Как признавал сам ученый, «на первый взгляд эта идея... может показаться сумасбродной. Нечего греха таить: так она и была воспринята» [170, л. 7].

Директор Парижской астрономической обсерватории Э. Эсклангон, впоследствии президент Французской

академии наук, счел идею Штернфельда ошибочной и назвал его шарлатаном в науке. Между тем речь шла о траекториях, которые в современной научной литературе упоминаются как штернфельдовские (см. с. 135). Итак, 29-летнему теоретику космических полетов предстояла борьба с маститым ученым, борьба, которая могла решить его дальнейшую судьбу. Убеденный в своей правоте, Штернфельд отправился к директору Обсерватории. Далее, как вспоминает он, произошло следующее:

«Эсклангон... вышел ко мне в холл. Возмущенный, держась обеими руками за голову и покачивая ею, он заявил, что не хочет иметь со мной никакого дела. Я все же не ушел и, стоя у дверей кабинета, защищал свою идею. Эсклангон между тем неохотно, но все же пригласил меня в кабинет. Усевшись за рабочий стол, он стал меня слушать с заметно возрастающим интересом и, наконец, произнес: „Ваш доклад может быть представлен Академии“» [132, с. 136].

12 февраля 1934 г. Эсклангон представил Французской академии вторую работу Штернфельда, которому этот день запомнился и потому, что совпал с общефранцузской забастовкой против угрозы войны. По всей стране трудящиеся выступили в защиту республики и сорвали планы фашистских заговорщиков.

Обе работы Штернфельда, опубликованные вскоре в Докладах Академии, нашли отклик в английской, немецкой и французской научной прессе. Интересно, что Эсклангон впоследствии сам увлекся проблемой космических полетов и начал публиковать собственные исследования в этой области.

2 мая 1934 г. с кафедры аудитории «Декарт» в Сорбонне Штернфельд повторил содержание своей варшавской лекции, назвав ее «Некоторые новые взгляды в астронавтике» [202, с. 277, 278]. Выступление, организованное Г. К. Фламарион, собрало многочисленных представителей научного мира. В отличие от холодного приема в Варшаве это был настоящий триумф молодого исследователя. Впоследствии Штернфельд вспоминал, как после его лекции ученые оживленно обменивались мнениями, и Эно-Пельтри сказал ему: «Вы еще молоды и, несомненно, дождетесь осуществления дела, которое кажется сейчас многим фантастикой».

Окончательно рассеялись опасения Штернфельда,

что он вызовет неудовольствие этого члена Комитета астронавтики, соучредителя Международной премии по астронавтике своим доказательством принципиальной возможности достижения звезд. Ранее Эно-Пельтри пришел к совершенно противоположному выводу. Обнаружились и другие расхождения во мнениях. Но, как и подобает истинному ученому, Эно-Пельтри отвлекся от субъективных суждений и рекомендовал автору «Введения в космонавтику» к присуждению премии. Более того, он преподнес Штернфельду свой труд «Астронавтика» от 1930 г., попросив проверить все формулы. Обнаруженные неточности Эно-Пельтри учел во втором издании книги.

6 июня 1934 г. в самой большой аудитории Сорбонны «Амфитеатр Ришелье» происходило годовое собрание Французского астрономического общества. На этом собрании Г. К. Фламарион объявила о присуждении Штернфельду Международной премии по астронавтике за труд «Введение в космонавтику»: он удостоился Поощрительной награды с денежным вознаграждением 2500 франков [202, с. 325, 326; 265].

Этот замечательный день имел для лауреата неожиданно забавное продолжение. Соучредитель премии промышленник А. Луи-Гирш пригласил Штернфельда на обед, устроенный в его честь. Молодой ученый впервые оказался в такой фешенебельной обстановке, среди изысканного парижского общества. И он совсем растерялся, когда увидел роскошный стол, уставленный множеством всевозможных приборов и разнообразной посудой. Гость решил, что подсмотрит у других, как обращаться со всем этим. Но оказывается, именно Штернфельду как герою торжества предстояло начать первым. Из затруднительного положения его выручил хозяин: сидя рядом, он шепотом подсказывал гостю, что делать.

О присуждении Штернфельду Международной премии по астронавтике сообщила пресса многих стран. Его родные с гордостью прочитали об этом в утренней лодзинской газете от 2 июля 1934 г. [225]. Известный французский научно-технический журнал, комментируя событие, отметил достижения Штернфельда в области исследований межпланетных траекторий и указал, что он также «успешно решает ряд других вопросов, связанных с молодой астронавтической наукой» [229].

В начале июля пришло письмо из Калуги. Циолковский благодарил Штернфельда за его статьи из «Докладов Академии» и далее писал: «Очень радуюсь получению Вами премии и интересуюсь Вашей полной работой о межпланетных сообщениях» [118, с. 66, 67].

Ари Абрамович чувствовал себя счастливым. Десять лет назад, будучи юношей, он покинул родину и отправился во Францию за знаниями, необходимыми для поисков пути в космос. Теперь же он по праву мог назвать себя в числе тех, чьи исследования приближали начало космической эры.

Глава 4

На новой родине (1935—1937)

Переезд в СССР. Работа в РНИИ. «Парадоксы» ракеты. Завершение труда «Введение в космонавтику». Сотрудничество с Г. Э. Лангемаком. Изобретения для космонавтики

Присуждение Штернфельду Международной премии по астронавтике вызвало широкий общественный резонанс. Имя ученого стало известным. Теперь его научные статьи с готовностью принимались прессой. Появились серьезные и очень заманчивые предложения относительно научной работы. На эти предложения, однако, Штернфельд отвечал отказом. Занимаясь далекими от повседневной жизни проблемами космонавтики, он вместе с тем хорошо понимал, что делается в Европе, над которой сгустились тучи фашизма. Молодой ученый видел в СССР страну, которая может спасти мировую цивилизацию и осуществить прекрасную мечту человечества — полет к звездам. Эта его убежденность, высказанная в 1930 г. в газете «Юманите», еще более окрепла после посещения в 1932 г. нашей страны. Штернфельд вспоминает: «Во время этой поездки в СССР я ощутил вокруг себя захватывающую атмосферу строящегося нового мира. И хотя в те годы еще существовала в СССР карточная система, хотя люди на улицах были очень бедно одеты... все это не могло поколебать моего решения переехать в СССР, чтобы здесь жить и работать» [170, л. 13].

В самом начале 1934 г., еще до получения Международной премии Штернфельд передал экземпляр ру-

копии «Введение в космонавтику» через Торгпредство СССР в Париже Советскому правительству в полное его распоряжение. Спустя год ученый с супругой начали готовиться к отъезду в Советский Союз на постоянное жительство. Попутно они решили навестить своих родных и знакомых в Польше. Здесь, у родителей в Лодзи, ученый оставил весной 1935 г. почти весь свой архив, которому суждено было погибнуть в войну. Чтобы избежать осложнений с польскими властями, которые могли воспрепятствовать выезду из страны, Штернфельды решили добираться в СССР окрестным путем — через Германию.

14 июня 1935 г. рейсовый самолет Аэрофлота, прилетевший из Берлина, доставил Ари и Густаву Штернфельд в Москву. Они вступили на советскую землю, ставшую теперь их второй родиной. В начале июля Ари Абрамович, горевший желанием приступить к любимой работе в области космонавтики, был зачислен в штат Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ).

Ветеран ракетной техники Г. В. Авербух, работавший в РНИИ со дня основания института, хорошо помнит погожее летнее утро 1935 г., когда он познакомился со Штернфельдом. В тот день Авербух вместе с коллегами стоял на Кудринской площади (теперь площадь Восстания), на углу улицы Герцена, в ожидании служебного автобуса: им добирались на работу сотрудники РНИИ, проживавшие в прилегающем районе. К собравшимся подошел худощавый молодой человек среднего роста, с темными живыми глазами. Он спросил с явным иностранным акцентом, здесь ли остановка автобуса, который едет в РНИИ. Незнакомец оказался новым сотрудником института Ари Штернфельдом, недавно приехавшим из-за границы. Вскоре эта новость облетела весь институт.

РНИИ, созданный осенью 1933 г., как раз в те дни, когда Штернфельд завершал в Лодзи работу над «Введением в космонавтику», был единственным учреждением такого рода. Базой для него послужили две ракетные организации: ленинградская Газодинамическая лаборатория и московская Группа изучения реактивного движения. В РНИИ развернулись практические работы по всем основным направлениям реактивной техники. Работники РНИИ писали Циолковскому в Калугу: «Осуществилась мечта всех последователей по-

вой области человеческого знания, работающих над решением проблем реактивного движения: мы имеем базу для колоссального развития на научно обоснованных началах тех идей, первым вестником которых явились Вы» [244, с. 54]. В ответ Циолковский прислал перечень работ, которые он считал первоочередными. Основоположник космонавтики дал согласие сотрудничать в сборнике трудов РНИИ и был избран почетным членом технического совета, осуществлявшего научное руководство институтом.

Штернфельд, которого связывало с Циолковским общее дело, только и мечтал о поездке в Калугу. Но 9 сентября 1935 г. в газетах появилось тревожное сообщение о тяжелой болезни Циолковского. Ари Абрамович послал тогда письмо в Калугу, в котором писал, что переселился в Советский Союз и надеется на скорое выздоровление Константина Эдуардовича и встречу с ним. Однако через несколько дней Циолковского не стало. За несколько часов до его кончины дочь Любовь Константиновна написала ответ Штернфельду на почтовой открытке. Он сохранил это печальное послание.

Новый сотрудник быстро включился в работу коллектива РНИИ. Его окружала поистине творческая атмосфера. Рядом трудились такие же молодые и талантливые ученые и инженеры, будущие знаменитости Г. Э. Лангемак, В. П. Глушко, С. П. Королев, М. К. Тихонравов, Ю. А. Победоносцев... Должность старшего инженера, на которую приняли Штернфельда, означала тогда в РНИИ высшее инженерное звание. Его удостаивались только основные творческие работники, ведущие определенные тематические направления. Квалификация старшего инженера была и у Королева, в отдел которого попал Штернфельд. Они работали в смежных комнатах и могли постоянно видеть друг друга. Ари Абрамович хорошо запомнил своего энергичного начальника, ходившего в форме авиационного командира.

Королев возглавлял в РНИИ работы по созданию ракетных летательных аппаратов. Одним из направлений этих работ, к которому подключился Штернфельд, были крылатые ракеты. Использование крыльев позволяло осуществить управляемый полет и значительно увеличить его дальность. С целью получения данных, необходимых для выбора окончательной кон-

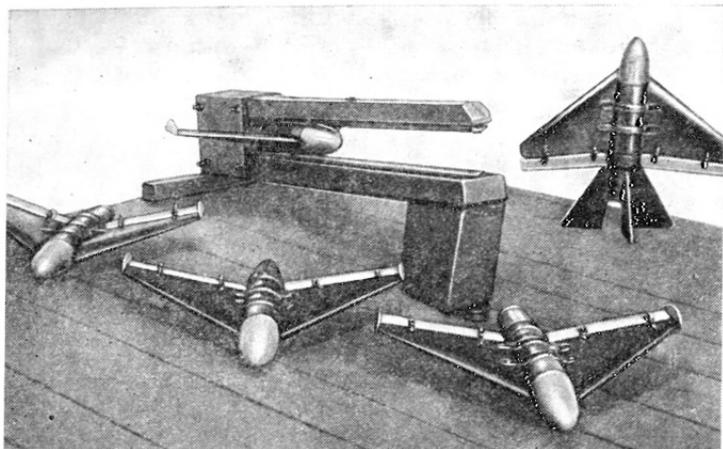


Рис. 5. Пороховые крылатые ракеты, испытывавшиеся в РНИИ

струкции летательных аппаратов и способа их пуска, изготавливались небольшие модели, отличающиеся аэродинамической схемой. Снабженные твердотопливными двигателями, они запускались в воздух со станка в виде металлической фермы, которая могла устанавливаться под различными углами к горизонту.

В этих опытах весьма пригодились инженерные знания и изобретательский талант Штернфельда. Он внес ряд новшеств в конструкцию механизмов освобождения ракет от направляющих, что повысило дальность и точность стрельбы. Осенью и зимой 1936 г. под техническим руководством Штернфельда состоялось несколько пусков, при которых проверялись предложенные им усовершенствования [140]. Вспоминая об этих успешных испытаниях, проводившихся в присутствии Королева, Штернфельд рассказывал, как однажды ракеты перелетели территорию полигона и «убежали» в соседний лес. В ходе экспериментов с крылатыми аппаратами Штернфельд подал три заявки на изобретения, по которым получил затем авторские свидетельства [267–269].

Укрепление обороноспособности СССР являлось главной задачей РНИИ в условиях тревожной международной обстановки того времени. Указывая на интерес к ракетной технике, проявляемый за рубежом, Королев в 1934 г. отмечал: «Понятно, что смысл всех работ, ведущихся в этой области в империалистиче-

ских странах, заключается в том, чтобы как можно шире использовать ракетные летательные аппараты для целей войны и разрушения. ...Капиталистический мир лихорадочно готовится к новой мировой войне, используя для этого все последние достижения техники». Одновременно Королев утверждал, что «в СССР, несомненно, ракета найдет широкое и благодарное поле мирной деятельности на пользу социалистическому строительству» [253, с. 381, 383]. В качестве такой области применения ракетных аппаратов рассматривалось в первую очередь исследование и освоение стратосферы.

В начале 1934 г. Академия наук созвала в Ленинграде всесоюзную конференцию, посвященную этим вопросам. На ней с докладами выступили сотрудники РНИИ. В следующем году в Москве состоялась очередная такая конференция, организованная по инициативе РНИИ и Стратосферного комитета Осоавиахима. Сотрудники РНИИ принимали активное участие в работе этого комитета, оказывали помощь его Реактивной секции в проектировании экспериментальных ракет. 28 февраля 1937 г. члены Стратосферного комитета прослушали в Московском планетарии лекцию Штернфельда «Об особенностях стратосферной ракеты». Лектор изложил собравшимся результаты собственных исследований, выполненных за время работы в РНИИ [132, с. 138].

Те, кто занимались теорией и практикой реактивного движения, связывали с освоением стратосферы надежды на скоростную авиацию и рассматривали стратосферные полеты как первый шаг на пути в космос. Разделяя это мнение, Штернфельд с увлечением занимался теоретическими исследованиями прикладного характера. Ю. А. Победоносцев, познакомившийся в то время с новым сотрудником института и сохранивший с ним дружбу на всю жизнь, вспоминает: «Работы Ари Штернфельда вызвали в РНИИ всеобщий интерес. Тематика, которую он разрабатывал, стояла тогда на самом переднем крае: оптимальные режимы работы ракетных двигателей, методы увеличения потолка (и дальности) ракеты, пересечение атмосферы, теоретические вопросы применения составных ракет при их полете в атмосфере и вне ее и т. п.» [284, л. 6].

Статьи Штернфельда по этим вопросам появились в 1937 г. в трудах РНИИ — сборнике «Ракетная тех-

ника». В одной из опубликованных работ исследовалось влияние распределения скоростей в газовом потоке на величину реактивного импульса [14]. Расчет показал, что для данного параметра существует максимум, соответствующий случаю равномерного истечения. Полученный результат должен оцениваться с той позиции, что газодинамический профиль реактивного сопла в большой степени определяет энергетические, массовые и габаритные параметры ракетного двигателя в целом. Поэтому исследования характеристик реактивной газовой струи имели непреходящее значение для всего развития ракетной и космической техники.

В своих исследованиях Штернфельд не касался, однако, сугубо специфичных вопросов, относящихся к компетенции специалистов по ракетным двигателям. Эти вопросы, требовавшие сочетания теории с экспериментом, разрабатывались соответствующими подразделениями РНИИ. Штернфельд же уделил основное внимание задаче общего проектирования ракет, с решением которой связано определение основных массовых, тяговых и геометрических характеристик летательного аппарата. Результаты этих исследований нашли частичное отражение в трудах РНИИ [13, 15]. Они же существенно дополнили первоначальную рукопись «Введения в космонавтику», в которой появился обширный материал по многоступенчатым аппаратам и стратосферным ракетам.

В процессе поиска наиболее выгодных режимов полета, обеспечивающих достижение максимальных высот, ученый обнаружил ряд явлений, которые на первый взгляд казались парадоксальными. Рассмотрим одно из них — парадокс предварительного падения ракеты — на конкретном примере [123, с. 234, 235]. Представим себе две одинаковые ракеты, топливо которых сгорает мгновенно, сообщая им скорость 420 м/с. Пользуясь формулой $v^2 = 2gH$, нетрудно определить, что ракета, стартующая вверх с площадки на высоте 4 км, достигнет отметки 13 км над уровнем моря. А теперь сбросим такую же ракету с прежней высоты и в нижней точке падения развернем ее на 180°, включив одновременно двигатель. На основании прежней формулы находим, что в этом случае начальная скорость ракеты увеличивается на 280 м/с, и она достигнет отметки 25 км. Такое неожиданное на первый взгляд увеличение потолка ракеты объясняется квад-

ратичным характером зависимости H от v . Приведенные расчеты справедливы для движения аппаратов в пустоте. В воздушной же среде, как указывает Штернфельд, выигрыш в потолке ракеты при предварительном сбрасывании получается меньшим. Но зато в этом случае становится легче осуществить сложную траекторию движения аппарата — путем воздействия на воздушные рули.

Многие неожиданности обнаружились Штернфельдом, когда в своих исследованиях он перешел от движения ракеты в пустоте к движению в сопротивляющейся воздушной среде. В первом случае, например, скорость ракеты и, следовательно, ее потолок при вертикальном подъеме возрастают все время, пока работает двигатель, вплоть до полного израсходования топлива. В отличие от этого Штернфельд установил, что во втором случае при определенных условиях может оказаться выгодным выключить двигатель, не дожидаясь выработки всего топлива. При этом аппарат с балластной массой поднимется на большую высоту.

Подобная ситуация может наблюдаться для аппаратов, имеющих небольшую массу в сочетании с большим миделем, движущихся в плотных слоях атмосферы с достаточно высокими скоростями. В этом случае использование кинетической энергии запасенной массы топлива для преодоления атмосферного сопротивления может дать больший эффект, нежели приращение скорости ракеты за счет расходования этой массы. Штернфельд называет подобное явление парадоксом массы топлива. В качестве примера он приводит расчет для второй ступени ракеты с массой 20 кг и миделем 1 м², которая отделяется на высоте 6,5 км при скорости 310 м/с; двигатель развивает тягу 1000 кгс при расходе топлива 2,8 кг/с. Результаты расчета представлены в табл. 1.

Далее ученый взял ту же ракетную ступень и принял, что двигатель ее работает в течение 4 с. Тогда согласно табл. 1 ракета достигнет потолка 9360 м. Теперь предположим, что спустя 2 с от начала работы двигатель будет выключен и через некоторое время включен повторно на 2 с. Варьируя длительность перерыва от 0 до 17,1 с, Штернфельд получил результаты, представленные в табл. 2. Очевидно, что перерыв в работе двигателя благоприятно сказывается на потолке ракеты, причем существующая

Таблица 1. Парадокс массы топлива [12, табл. 42; 123, с. 165]

Время работы двигателя, с	0	2	4	6,5	~ 7,14
Масса израсходованного топлива, кг	0	5,6	11,2	18,2	20
Конечная масса ракеты, кг	20	14,4	8,8	1,8	0
Высота в конце сгорания, м	6500	7130	7777	8604	8820
Скорость в конце сгорания, м/с	310	324	330	332	335
Потолок, м	8640	9070	9360	9190	8820

Таблица 2. Парадокс повторных пусков двигателя [12, табл. 43; 123, с. 166]

Длительность перерыва в работе двигателя, с	0	3,5	8,5	17,1
Скорость ракеты в момент повторного пуска, м/с	—	187	96	0
Высота подъема в момент повторного пуска, м	—	7985	8 675	9 070
Скорость в конце сгорания, м/с	330	300	235	150
Высота в конце сгорания, м	7780	8465	9 005	9 210
Потолок, м	9360	9970	10 195	9 900

зависимость имеет максимум. По словам Штернфельда, он подметил это явление, наблюдая в гимназические годы за полетами фейерверочных ракет, но не мог найти объяснение [173, л. 82].

Говоря о сущности кажущихся ракетных парадоксов, ученый особо подчеркивал их качественный характер. Он указывал, что фигурирующие в конкретных примерах характеристики ракет далеки от действительных и выбраны исключительно «с целью получения возможно большей наглядности выводов и желая обратить на них внимание конструкторов» [12, с. 233; 123, с. 166]. Эти выводы Штернфельда получили высокую оценку специалистов. В издательской рецензии на «Введение в космонавтику», подготовлен-

ной Ю. А. Победоносцевым совместно с известным учебным-аэродинамиком В. П. Ветчинкиным, отмечалось:

«Наибольший практический интерес представляет раздел, написанный Штернфельдом уже в СССР, — стратосферная ракета. Здесь автор на конкретных примерах обращает внимание читателей на целый ряд парадоксов, возникающих при попытках использовать ракету в земной атмосфере для целей достижения стратосферных высот... Они наглядно раскрывают особенности полета ракеты в воздухе и заставляют критически относиться к ряду положений, узаконенных ранее, на основании работ других авторов...» [266].



Георгий Эрихович
Лангемак

Штернфельд в течение первого года жизни в СССР еще недостаточно владел русским языком и свои научные работы писал по-французски. Его статьи для сборника «Ракетная техника» переводил Георгий Эрихович Лангемак — главный инженер и председатель научно-технического совета РНИИ. Он согласился перевести на русский язык и «Введение в космонавтику». Готовя книгу к изданию, ее автор и переводчик по-настоящему подружились. Лангемак был старше Штернфельда на семь лет. В юности он намеревался изучать японский язык и с этой целью в 1916 г. поступил в Петроградский университет. Но мировая война и Великая Октябрьская социалистическая революция изменили судьбу начинающего филолога: в том же году он становится военным — артиллеристом, а в 1919 г. вступает добровольцем в Красную Армию. После гражданской войны Лангемак заканчивает Военно-техническую академию в Петрограде и в 1928 г. становится сотрудником Газодинамической лаборатории. В 1934 г. Артиллерийская академия издала монографию Лангемака по проектированию ракет на бездымном порохе, которая явилась первым трудом в этой области. Высокую оценку специалистов получила

изданная в 1935 г. книга «Ракеты, их устройство и применение», написанная Лангемаком совместно с Глушко.

Впоследствии среди достоинств книги «Введение в космонавтику» отмечались ее «чрезвычайно ясный язык, четкие формулировки и систематичность изложения» [187, с. 76], и в этом немалая заслуга Георгия Эриховича, сумевшего столь точно и литературно передать мысли автора. Только такой эрудированный и проницательный переводчик, как Лангемак, мог сохранить в неприкосновенности многие новые термины, предложенные во «Введении в космонавтику». Необычным в то время казалось само слово «космонавтика». Я. И. Перельман, отозвавшийся с высокой похвалой о содержании книги, не преминул упрекнуть Лангемака в принятии этого неологизма: «Переводчик книги придерживается термина „космонавтика“. Если на французском языке ему и можно отдать предпочтение перед „астронавтикой“, то вряд ли стоит вводить его в русский язык при наличии термина „звездоплавание“, успевшего уже до некоторой степени укрепиться. „Звездоплавание“ больше в духе русского языка, нежели „космонавтика“ (достаточно сопоставить прилагательные „звездоплавательный“ и „космонавтический“)» [187, с. 76].

Работа над подготовкой книги в печать длилась около года. Штернфельд и Лангемак встречались несколько раз в неделю, сравнивая перевод с оригиналом. В лингвистических спорах Георгий Эрихович чаще всего соглашался с Ари Абрамовичем, который имел то преимущество, что прожил во Франции десять лет. Но в научных и технических вопросах переводчик не уступал автору.

Выше отмечалась практическая направленность работ, проводившихся в РНИИ, как и практичность мышления сотрудников института, отразившаяся в содержании их статей и книг. По этой причине Лангемак счел нецелесообразным переводить текст оригинала, где рассказывалось о гипотетических обитателях звезд и планет, какими они представлялись ученым и философам на протяжении многих веков. Лангемак убедил также Штернфельда опустить несколько страниц, на которых шла речь о такой весьма отдаленной перспективе, как космические зеркала для освещения Земли и внеземные города. Опущенный при переводе

материал с избытком компенсировался примерно пятью авторскими листами с результатами исследований 1935—1936 гг., существенно обогатившими содержание монографии.

Летом 1937 г., после того как книга была набрана и готовилась к выпуску, Штернфельд решил взять в РНИИ отпуск, чтобы приступить к созданию робота, с проектом которого он приезжал в Москву в 1932 г. Теперь изобретателю представлялась возможность реализовать свой замысел в одном из научно-исследовательских институтов Наркомтяжпрома. Однако через несколько месяцев начатое дело застопорилось: нашлись противники, которые утверждали, что техника будет развиваться по пути узкой специализации и, следовательно, универсальные механизмы не имеют перспективы [141]. С такой точкой зрения Штернфельд не согласился и решил запатентовать свое изобретение, справедливо считая его важным.

Речь шла об андроиде — человекоподобной машине, у которой механические конечности, обладающие большим количеством степеней свободы, приводились в движение из центрального пункта при помощи механических передач и сервомоторов. Особенность анроида, предложенного Штернфельдом, состояла в том, что звенья, образующие конечность, набирались из нескольких концентрических полых валов с коническими шестернями на концах. Звенья соединялись в суставах при помощи промежуточных шестерен, одни из которых служили для вращения звеньев вокруг продольных осей, а другие для их поворота относительно друг друга (с этой целью в суставах предусматривались еще цепные передачи). Такую механическую конечность можно заставить выполнять запрограммированные движения либо повторять действия оператора. Штернфельд выполнил чертеж управляемой механи-

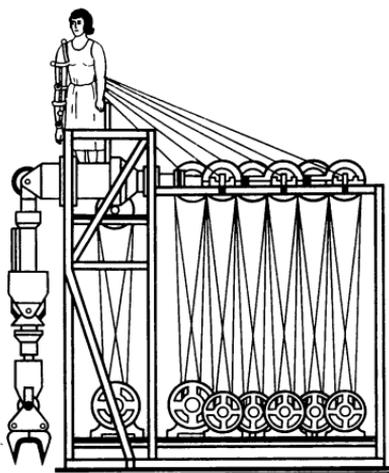


Рис. 6. Чертеж механической руки

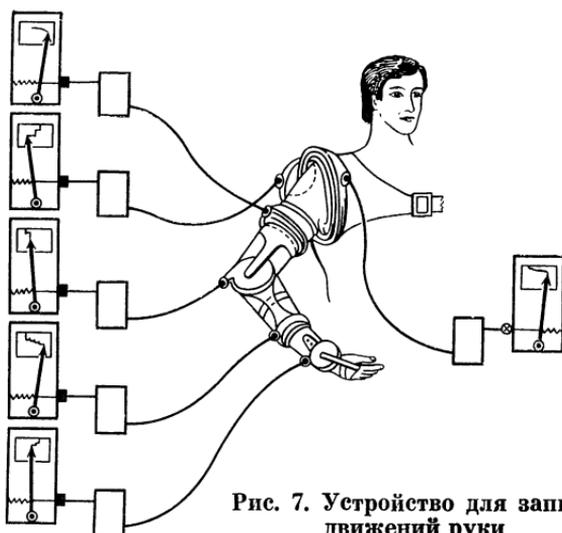


Рис. 7. Устройство для записи движений руки

ческой руки с суставами, приводимыми в действие от индивидуальных электродвигателей, команды на включение которых поступают от датчиков, зафиксированных на руке оператора (рис. 6) ¹.

На первый взгляд может показаться, что, занимаясь конструированием андроида, Штернфельд отошел от своей излюбленной темы — космонавтики. Однако в те далекие 30-е годы ученый твердо верил, что настанет время, когда андроиды станут помогать людям в исследовании планет [166]. Подобное объяснение находят и два других изобретения, оформленные Штернфельдом вместе с вышеупомянутым.

Одно из них касается устройства для записи движений органов человека (рис. 7) ². Это устройство состоит из двух концентрических колец, которые надеваются, например, на руку. Внутреннее кольцо, закрепляемое на руке, снабжено тросиком, который натягивается или ослабляется при совершаемых движениях, приводя в действие самописец. Запись последнего фиксируется на вращающемся барабане. Устройство, изображенное Штернфельдом в качестве примера, обеспечивает запись всех элементарных движений

¹ А. с. 67162 СССР, МКИ В25J 3/04.

² А. с. 57746 СССР, МКИ А61В 5/16.

руки, за исключением пальцев. Оно может применяться и для контроля за действиями андроида.

Третье изобретение, о котором идет речь, представляет собой винтовой пресс с управляемым усилием³. Подобное устройство, захватываемое рукой андроида, могло бы использоваться для определения твердости фрагментов грунта планет.

Таким образом, все три изобретения связаны между собой единым замыслом, подчиненным космическим устремлениям Штернфельда.

Эти идеи получают развитие в различных областях практической космонавтики. Возьмем, к примеру, космическое скафандростроение. Перед специалистами, работающими в этой отрасли техники, по-прежнему стоит задача обеспечения подвижности человека, облаченного в скафандр. А. А. Леонов, первым вышедший в открытый космос, отмечал, что скафандр значительно стеснял его движения. Н. Армстронг после полета на Луну «жаловался» на свой скафандр, с которым ему приходилось «бороться». А ведь избыточное давление в этих скафандрах не превышало 40 кПа (300 мм рт. ст.). При столь низком давлении возможны декомпрессионные расстройства у космонавтов, во избежание которых указанный параметр необходимо поднять вдвое.

Это означает, что с учетом запаса прочности скафандр должен рассчитываться на давление порядка 250—300 кПа. Обеспечить подвижность такого скафандра ввиду его жесткости представляется весьма трудным делом. Возрастает и масса скафандра — до нескольких десятков килограммов. Чтобы космонавт мог работать в таком скафандре, в последний придется встраивать гидроусилители и другие вспомогательные устройства, функционирующие от биотоков мышц⁴. Так что идея андроида Штернфельда является вполне актуальной и в наши дни. То же можно сказать и о других изобретениях ученого.

На этом мы временно прервем хронологическое повествование о жизни и деятельности ученого, чтобы подробнее рассказать о книге «Введение в космонавтику», которая вышла в конце 1937 г.

³ А. с. 55105 СССР, МКИ G01N 3/06.

⁴ См.: Алексеев С. М. Космические скафандры вчера, сегодня, завтра. М.: Знание, 1987.

«Введение в космонавтику» (1937)

Научно-физические основы космического полета. Расчет и конструирование ракет. Устойчивость и управление движением ракет-носителей и космических аппаратов. Баллистика ракет-носителей и космических аппаратов. Проблемы создания реактивных двигателей. Обеспечение жизнедеятельности экипажа в космическом полете

«За последние годы наука обогатилась рядом крупных достижений, и можно сказать без преувеличения, что мы подошли вплотную к осуществлению ракетного транспорта... Чтобы направить исследователей по верному пути, необходимо прежде всего дать систематический обзор всего того, что до сих пор было сделано как для космонавтики в прямом смысле этого понятия, так и в примыкающих к ней областях науки...

Все рассуждения и расчеты автор старался излагать наиболее просто, даже в ущерб изяществу формы... Многие числовые данные, необходимые для полного решения задач космонавтики, до сих пор еще точно не определены. Если производить расчеты с принятыми приближенными величинами, то результаты могут получиться чрезвычайно неточными. Это соображение побудило автора отнестись с наибольшей тщательностью к вычислениям. Исходя из наиболее достоверных данных, автор сам вычислял все производные величины, даже если они имелись в литературе. Таким образом были получены согласованные между собой величины с достаточным числом десятичных знаков» [12, с. 3, 4; 123, с. 9].

Это предисловие вместе с содержанием монографии «Введение в космонавтику» ясно указывает на то, что она адресована «тем, кто будет читать, чтобы строить». (Именно так назвал одну из своих работ Ю. В. Кондратюк, полагавший в середине 20-х годов, что только консерватизм человеческого мышления препятствует решению проблемы космических полетов.) Выражая в заключение надежду, что «недалеко то время, когда человеческому взору явится блистающее в мировом пространстве новое светило — Земля», Штернфельд придерживался, однако, той точки зрения, что «космическим сообщениям должен предшествовать ряд обширных опытных исследований, так как

Рис. 8. Обложка книги «Введение в космонавтику»

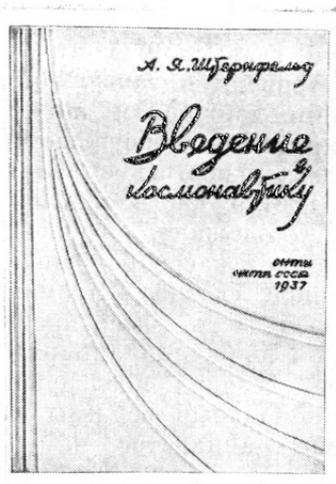
в наших познаниях пока еще имеется очень много пробелов. Сейчас еще нельзя с достаточной точностью определить все конструктивные детали космического корабля, хотя основные принципы его построения уже намечены» [12, с. 280, 281].

Указывая на «блестящие перспективы» космонавтики, автор подчеркивает ее благотворное влияние на прогресс многих наук: общей физики, физики атмосферы, астрономии, биологии, планетологии, а также на развитие радиосвязи и, возможно, химии, геологии и других областей практической деятельности человека [12, с. 5, 6; 123, с. 17, 18]. Штернфельд высказывает убежденность, что «до того как ракета достигнет такой степени совершенства, которая обеспечит ей вылет в мировое пространство, ракетный двигатель найдет самые разнообразные и плодотворные области применения в пределах Земли» [12, с. 280; 123, с. 193].

Все эти соображения и легли в основу книги «Введение в космонавтику», определив ее содержание, логическое построение и стиль изложения. Монография объемом около 23 авторских листов содержит 318 страниц, включающих 50 таблиц и 105 поясняющих схем и графиков. Основной материал распределен по 14 главам, объединенным в три части.

Первая часть под названием «Предварительные сведения» содержит около 50 страниц. В трех ее главах излагаются научно-физические основы космического полета, оставшаяся четвертая глава посвящена физиологическим явлениям в полете.

На 79 страницах второй части, озаглавленной «Ракеты», представлены разносторонние сведения об этих летательных аппаратах: история развития конструкций и теории реактивного движения, основы расчета и конструирования ракет, составы ракетных топлив и рабочие процессы в реактивном двигателе, воз-



можные области применения ракет. В последней из пяти глав этой части — «Космическая ракета» — рассматриваются также вопросы устойчивости и управления движением аппаратов при полете в космос, а кроме того, обсуждается проблема обеспечения жизнедеятельности космонавтов.

Третья часть книги — «Пути космического корабля» — содержит, подобно предыдущей, пять глав, но занимает вдвое больший объем. Она открывается обширной главой «Космический полет», равной всей второй части. Здесь представлены исследования траекторий движения аппаратов в космическом пространстве. В двух последующих главах рассматриваются рациональные режимы движения космических и высотных аппаратов на участке выведения (главным образом) и при спуске на Землю. Завершающие главы посвящены проблемам космической связи и достижения звезд.

В конце монографии даны приложения: «Об обитаемости планет» и «Межпланетные путешествия в народных легендах и романах».

Теперь, после краткой аннотации, рассмотрим существо основных научно-технических вопросов, составляющих содержание монографии. Большинство этих вопросов излагается в настоящей главе, специально посвященной «Введению в космонавтику». В конце главы указываются те важные аспекты, которые по различным причинам не рассматривались подробно или же представлены в других местах настоящей научной биографии.

Научно-физическим основам космического полета посвящены первая, вторая и четвертая главы монографии. Прежде всего излагаются основные сведения о Солнечной системе, свойствах межпланетной среды и атмосферы. Автор обращает внимание на то обстоятельство, что «межпланетный аппарат, летящий в пустоте с выключенным двигателем, подчиняется тем же законам, что и все небесные тела» [12, с. 8, 10; 123, с. 20]. Третий закон Кеплера дается как в простейшей, общеизвестной формулировке (квадраты времен обращения планет около Солнца пропорциональны кубам больших осей их орбит), так и в виде, уточненном Ньютоном [12, с. 11; 123, с. 21]:

$$\frac{U^2(1 + \mu)}{a^3} = \text{const},$$

где μ — масса планеты. Это выражение показывает, например, что аппарат, запущенный на орбиту Луны, будет обращаться медленней этого небесного светила, в результате чего столкновение двух движущихся тел неизбежно, даже если пренебречь действием лунного притяжения [123, с. 217].

В отдельной таблице Штернфельд приводит 30 важнейших характеристик для Солнца и каждой из планет, размышляя над которыми можно прийти к интересным и полезным для практической космонавтики выводам. Например, поскольку сила тяжести на поверхности планеты обратно пропорциональна квадрату размеров, то осуществить старт космического корабля с Земли не намного проще, чем с Сатурна, масса которого превышает земную почти в сто раз.

«К счастью для космонавтики, — отмечает Штернфельд, — орбиты всех планет лежат примерно в одной плоскости, и это обстоятельство в огромной мере благоприятствует установлению связи между планетами» [12, с. 15; 123, с. 25]. Параметры планетных орбит рассчитаны в монографии по состоянию на 1950 г. — как вероятную дату начала космических полетов [123, с. 218].

В краткой главе Штернфельду удалось представить основные расчетные формулы небесной механики и сообщить все основные сведения о Солнечной системе. При этом он пользовался самыми авторитетными источниками, данные из которых перепроверял собственноручно после того, как обнаружил ошибки даже в «Справочнике Британской астрономической ассоциации» [12, с. 3; 123, с. 9].

Хотя, по словам Штернфельда, он «всячески избегал полемики» [12, с. 3; 123, с. 9] с целью краткости изложения, тем не менее в главе о земной атмосфере он счел необходимым отметить несостоятельность гипотезы Вегенера о существовании газа геокорония, якобы образующего крайнюю оболочку атмосферы [12, с. 30, 31]. Современные исследования атмосферы при помощи ИСЗ окончательно опровергли эту гипотезу.

Переходя к научно-техническим проблемам осуществления полета в космос, автор «Введения в космонавтику» рассматривает вначале неосуществимые проекты космических сообщений [12, с. 42—50; 123, с. 46—51]. Наряду с экраном тяготения, обычными и

электромагнитными пушками, центробежной прачей и круговым туннелем Штернфельд причислил к таким проектам аппараты, основанные на реакции истечения электрически заряженных частиц и на давлении солнечного излучения. В последних двух случаях ученый исходил из очень малых величин ускорений движения, свойственных данным аппаратам.

Через несколько лет после опубликования монографии автор отказался от категоричного отрицания целесообразности электрических ракетных двигателей, которые в ряде областей имеют преимущества перед обычными термохимическими двигателями. Что же касается аппаратов типа так называемого солнечного паруса, то Штернфельд до конца придерживался прежних взглядов [123, с. 220], хотя современные достижения в области создания чрезвычайно легких полимерных материалов перенесли идею использования солнечного излучения из гипотетической сферы в область инженерных разработок.

Расчету и конструированию ракет посвящены полностью шестая глава «Общая теория ракеты» и раздел «Двигатель» главы девятой. Прежде всего отмечаются главные достоинства ракеты, являющиеся предпосылками к использованию ее для осуществления космических полетов:

«Особенностью ракеты... является то, что она несет с собой материю, которую использует в пустом пространстве в качестве опоры, обеспечивающей движение.

Другой особенностью ракеты является возможность осуществлять весьма малые ускорения, а это позволит не только уносить в пространство живые существа, но и преодолевать сопротивление воздушной оболочки Земли с наименьшей затратой энергии, так как в пределах атмосферы ракета имеет еще малую скорость» [12, с. 51].

При выводе основных соотношений теории ракетного движения автор оперирует системой параметров, учитывающих наличие реальных элементов конструкции. Начальная масса ракеты (m_n) складывается из масс полезного груза (m_n), двигателя с топливными баками (m_d) и топлива (m_t). Первые два слагаемых составляют в сумме конечную массу ракеты (m_k). Для «непрерывной» ракеты — с истечением рабочего тела со скоростью c при одновременном отбрасывании соответствующей части топливных баков с нулевой ско-

ростью — Штернфельд получает выражение [12, с. 65; 123, с. 62]

$$K_n = e(1 + \varepsilon) \frac{v_k}{c},$$

где $K_n = m_n/m_k$ (коэффициент наполнения), ε — отношение массы баков к массе топлива, v_k — конечная скорость ракеты.

Записанное соотношение получено для движения ракеты в свободном пространстве, т. е. при отсутствии сил тяжести и сопротивления среды. Оно аналогично выражению, содержащемуся в вышеупомянутой монографии Годдарда от 1919 г., и при $\varepsilon=0$ превращается в формулу Циолковского, представляющую собой фундаментальное уравнение ракетного движения. В развитие работ своих предшественников Штернфельд всесторонне анализирует это уравнение в его общем виде, варьируя различные параметры и устанавливая связи между ними. Полученные зависимости иллюстрируются графиками, каждый из которых содержит целое семейство кривых, выражающее ряд важных теоретических положений и следующих из них практических выводов.

В целях более глубокого исследования автор монографии вводит в рассмотрение коэффициенты полезного действия, характеризующие переход и распределение различных видов энергии при ракетном движении. Массовые и энергетические показатели используются им для анализа возможных схем ракет и областей их целесообразного применения. Рассматриваются следующие принципиальные схемы: простая (одноступенчатая) ракета, n -ступенчатая, «непрерывная» и, наконец, идеальная, состоящая только из полезного груза и топлива.

На рис. 9 показано, как меняется соотношение начальных масс для первых трех ракет при одинаковых исходных параметрах m_n и m_k . Прежде всего очевидно, что в области малых скоростей полета (до $v/c \approx 0,2$) все принципиальные схемы равноценны и, следовательно, целесообразно использовать простые, одноступенчатые конструкции. Сделанный вывод отражает действительную ситуацию 30-х годов, когда низкие значения K_n не позволяли получить высоких отношений v/c для жидкостных ракет. Из обсуждаемого графика явствует, что облегчение конструкции и переход

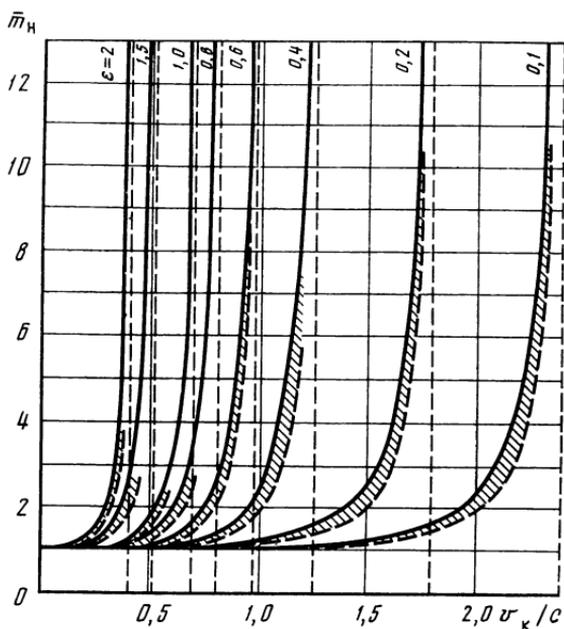


Рис. 9. Изменение соотношения начальных масс для различных аппаратов в зависимости от их характеристик

Сплошными линиями представлено отношение массы простой ракеты к «непрерывной», пунктирными — отношение массы простой ракеты к двухступенчатой

к многоступенчатым схемам являлся необходимым условием существенного повышения скоростей полета: например, достижение $v/c=0,4$ при одноступенчатой конструкции, соответствующей $\varepsilon=2$, вообще невозможно, в то время как в случае $\varepsilon=1,5$ реально.

Дальнейший анализ графика показывает, что с увеличением скоростей полета простая схема может конкурировать с многоступенчатой лишь при условии прогрессивного снижения массы конструкции. Очевидно, что достижение космических скоростей при помощи одноступенчатой ракеты возможно лишь при очень низких значениях ε (правая часть графика). Поскольку максимальное значение v ограничено для химических топлив величиной около 5000 м/с, то, например, для полета к Луне необходимо достичь $v/c \approx 2,5$, что соответствует $\varepsilon < 0,1$. С учетом же всех реальных условий масса двигателя вместе с топливными баками должна составлять лишь несколько процентов от мас-

сы топлива. В обозримом будущем не представляется возможным создать ракету с такими характеристиками. Однако проекты одноступенчатых аппаратов, рассчитанных на достижение околоземной орбиты, по видимому, будут осуществлены на рубеже XX—XXI вв.

Завершая анализ рис. 9, обратим внимание на отнесенный ход кривых для «непрерывной» и двухступенчатой ракет. Почти повторяя одна другую, они вначале имеют пологий характер и расходятся, а затем асимптотически сближаются с вертикальной линией. Таким образом, соответствующие значения ординат для одинаковых абсцисс вначале отличаются мало, а затем разница все более возрастает. На этом основании мы приходим вместе с автором монографии к следующему заключению:

«В тех границах, в которых задача еще может быть решена с помощью простой ракеты, составная двухступенчатая ракета уже дает большую часть тех преимуществ, которые мы можем ожидать от составной многоступенчатой ракеты и даже от непрерывной ракеты. Однако наибольший интерес двухступенчатая ракета приобретает в области наибольших скоростей, достижимых с помощью простой ракеты. За пределами этой области задача, очевидно, может быть решена только с помощью составной ракеты, имеющей по крайней мере две ступени. Аналогичные рассуждения должны быть применены и к ракетам с большим числом ступеней» [12, с. 83; 123, с. 73, 74].

Таким образом, в монографии рекомендуется ограничиваться при конструировании ракет минимальным числом ступеней в пределах заданных энергетических требований. Правильность этого принципа подтверждается всей практикой современного ракетостроения. Жидкостные баллистические ракеты с дальностью полета до ~5000 км выполняются одноступенчатыми, межконтинентальные — двухступенчатыми; расчет показывает, что использование дополнительных ступеней не дало бы существенных выгод. Для вывода полезных грузов в космос на низкие круговые орбиты используются двух- и трехступенчатые ракеты. Ракеты с большим количеством ступеней (до пяти) применяются для вывода космических аппаратов на вытянутые эллиптические орбиты, межпланетные траектории и т. д.

Придерживаясь установки не вдаваться в обсуждение деталей конструкции ракетных аппаратов, автор

«Введения в космонавтику» рассматривает лишь общие принципы конструирования. В частности, он указывает на удельную прочность как один из основных критериев при выборе конструкционных материалов для топливных баков [12, с. 111; 123, с. 91]. При этом учитывается значение именно предела прочности — временного сопротивления материала (которое относится к удельному весу). Такой подход отражает специфику ракетных конструкций, рассчитываемых, как правило, на однократное использование.

«Нельзя безоговорочно отдать предпочтение легким материалам перед тяжелыми», — утверждает в монографии, причем таблица и диаграмма удельной прочности, составленные для 30 различных материалов, показывают, что наилучшими являются специальные стали вместе с алюминиевыми и магниевыми сплавами (лауталь нагартованный, электрон, дуралюмин) [12, с. 111—113; 123, с. 92, 93]. Все материалы этих классов широко применяются в конструкции баков современных ракет-носителей и космических аппаратов наряду с титановыми сплавами и армированными пластиками, неизвестными в 30-х годах.

Следующее замечание автора монографии касается силовых нагрузок бакового отсека. Обращается внимание на сжимающие напряжения в конструкции, обусловленные действием инерционных сил и аэродинамического сопротивления [12, с. 113; 123, с. 93]. Известно, что такой эффект наблюдается только в так называемых несущих баках — тонкостенных оболочках, образующих корпус ракеты. Первые крупные баллистические ракеты, появившиеся в начале 40-х годов, выполнялись с подвесными баками — емкостями, размещавшимися внутри силовой оболочки, которая воспринимала внешние нагрузки. После решения ряда научно-технических проблем преимущества несущей схемы подтвердились на практике, и она стала общепринятой для баллистических и космических ракет.

Взаимосвязанные проблемы устойчивости и управления движением ракет-носителей и космических аппаратов изложены в главе «Космическая ракета» большей частью конспективно, в виде практических замечаний. Рекомендуются следующие способы обеспечения устойчивости ракет и управления движением центра масс: установка аэродинамических рулей, поворот двигателя относительно оси ракеты, включение расположенных

соответствующим образом управляющих сопел, рассогласование величины тяги отдельных двигателей (при наличии нескольких). Последние две идеи высказаны впервые. За исключением рассогласования тяги, использовавшегося до настоящего времени лишь в одной экспериментальной ракете-носителе, все рекомендованные способы вошли в практику ракетно-космической техники.

Интересно отметить, что Штернфельд подверг критике признанную идею управления движением ракеты при помощи газовых рулей, которые Циолковский предложил устанавливать на выходе из реактивного сопла. «Такое устройство, — считает автор монографии, — нельзя признать целесообразным, так как продукты сгорания вследствие их высокой температуры и огромной относительной скорости должны производить на рули разрушающее действие...» [12, с. 117]. Этот спор был разрешен в процессе развития ракетной техники таким образом, что первыми стали применяться газовые рули (совместно с аэродинамическими), а затем они уступили место более совершенным способам — по причине, указанной Штернфельдом, а также ввиду большого газодинамического сопротивления, существенно (на ~5%) снижавшего результирующее значение тяги.

Нечто подобное произошло и со стабилизаторами, к которым Штернфельд также отнесся отрицательно [12, с. 117]. В то время как в крупных жидкостных ракетах 40-х годов эти органы имели большие размеры и массу, в настоящее время конструкторы предусматривают лишь небольшие стабилизаторы или вообще обходятся без них.

Завершим обсуждение проблемы устойчивости следящей цитатой из «Введения в космонавтику»: «Управление органами стабилизации может производиться с помощью гироскопического автомата, снабженного сервомотором» [12, с. 117; 123, с. 96]. Это — один из фундаментальных принципов, на которых основаны системы управления современных ракет-носителей.

Переходя к проблеме ориентации космических аппаратов, Штернфельд формулирует ее следующим образом: «При движении ракеты в мировом пространстве может появиться необходимость возобновить работу двигателя, например для исправления ошибки в направлении, сделанной при взлете, для компенсации отклонений, вызванных притяжением небесных светил,

для перехода на другую орбиту и т. д. Во всех этих случаях от двигателя требуется несравненно меньшая мощность, чем при первоначальном взлете... Перед тем как снова пустить двигатель, необходимо придать ему определенное, заранее рассчитанное положение относительно траектории. Возможность ориентировать ось ракеты в пространстве нужна еще для регулировки температуры, а также для производства наблюдений» [12, с. 117; 123, с. 96].

В качестве наиболее простого и экономичного средства для решения сформулированной задачи автором рекомендуются маховики (гироскопы), при вращении которых развиваются моменты реакции, вследствие чего аппарат получает вращательное движение (около соответствующей оси) в противоположном направлении. Хотя этот принцип (впервые предложенный Циолковским) реализован в целом ряде современных спутниковых систем, однако его применение лимитируется существенными недостатками инерционных исполнительных органов (сложность устройства, большая масса, ограниченная способность противодействовать длительным возмущениям и т. д.). Управление положением космических аппаратов чаще всего осуществляется при помощи реактивных устройств, которые Штернфельд считал малоперспективными на том основании, что операции с их использованием «требуют весьма тщательного выполнения и сопровождаются расходом топлива» [12, с. 118; 123, с. 96].

Излагая проблему космической навигации, ученый предлагает воспользоваться в числе других измерительных средств малоинерционным высокочувствительным термометром в сочетании с оптическим датчиком. Не повторяя существо этой идеи, которое излагалось выше (на с. 44), отметим, что она не нашла применения в космической навигационной технике, основанной в настоящее время на использовании иных способов и устройств. Тем не менее в монографии изложено содержание проблемы космической навигации, сформулированы принципы построения навигационных систем. Определение координат космических аппаратов по положению светил Солнечной системы, о чем также упоминается в монографии, лежит в основе систем астроориентации, широко используемых в современной космонавтике.

Автор оказался прав, утверждая, что «по мере развития космических кораблей они превратятся в на-

стоящие летающие лаборатории, снабженные самым разнообразным ассортиментом измерительных и регистрирующих приборов» [12, с. 121; 123, с. 98].

Исследованию наиболее выгодных законов движения аппаратов при запуске в космос и возвращении на Землю Штернфельд посвятил первоначально главу «Взлет и спуск космического корабля». Впоследствии он расширил ее содержание и дополнил рукопись главой о высотных ракетах, назвав ее «Первые шаги ракетного летания».

Ученым рассчитываются полеты ракет в реальных условиях, когда на аппарат действуют силы земного тяготения и аэродинамического сопротивления. Их преодоление требует соответствующих затрат энергии, ввиду чего аппарат должен проектироваться на достижение большей конечной скорости по сравнению с идеальным значением, получаемым по формуле Циолковского. При этом «с точки зрения уменьшения коэффициента наполнения оба эти фактора ставят прямо противоположные требования» к выбору как направления полета (вертикальное или горизонтальное), так и величины ускорения аппарата (γ) [12, с. 206; 123, с. 147]. Этот последний параметр ограничивается также допустимой величиной перегрузки (I), которую испытывают конструкция и полезный груз (пассажиры). Именно такими соображениями руководствовался Штернфельд при исследованиях проблемы «взлета космического корабля».

Вначале ученый выводит уравнения для движения ракеты в поле тяготения, пользуясь которыми выполняет расчеты при различных исходных значениях c , γ , I . Полученные результаты имеют двойное значение: с одной стороны, они содержат количественную оценку гравитационных потерь скорости, а с другой — позволяют сделать ряд более общих выводов. Так, Штернфельд рассчитал, что если одноступенчатая ракета, характеризующаяся $c=3000$ м/с (что вполне соответствует современной технике) и постоянной тягой, будет разгоняться до местной параболической скорости 10,84 км/с, то при перегрузке в момент старта, равной 1, этот параметр достигнет 100 единиц (на высоте 416 км) [12, 123, табл. 33]. Столь высокая перегрузка недопустима для конструкции, не говоря уже о человеке. Решение проблемы следует искать в использовании многоступенчатых конструкций и увеличении c . Важность этого па-

Таблица 3. Влияние величины ускорения движения и скорости реактивной струи на параметры ракеты при вертикальном полете в пустоте в поле тяготения [12, 123, табл. 34]

Параметр	$\gamma, \text{ м/с}^2$			
	15	40	50	100
$t, \text{ с}$	1 036	316	245	117
$H, \text{ км}$	4 174	1 565	1 252	626
$v_K^{\text{ид}}, \text{ м/с}^*$	15 540	12 640	12 250	11 700
$v_K, \text{ м/с}$	8 695	10 025	10 229	11 069
$K_H \left\{ \begin{array}{l} c = 2500 \text{ м/с} \\ c = 4000 \text{ м/с} \\ c = 5000 \text{ м/с} \end{array} \right.$	501	157	143	108
	48,7	25,6	22,2	18,6
	22,4	12,5	11,9	10,4

* Идеальное значение конечной скорости согласно [123].

раметра подтверждается расчетом, выполненным для случая разгона ракеты с постоянным ускорением (табл. 3).

После расчетов влияния сил тяготения Штернфельд предлагает оригинальный метод учета сил аэродинамического сопротивления. С этой целью им строятся зависимости аэродинамического давления (R) от скорости, хорошо знакомые проектантам в настоящее время: монотонные кривые с явно выраженным максимумом в средней части. Дополнительная масса топлива, которую необходимо израсходовать для компенсации аэродинамических потерь скорости, пропорциональна величине R , текущей массе ракеты и обратно пропорциональна параметру c . Пользуясь соответствующей формулой, автор монографии строит графики дополнительного расхода топлива в расчете на единичную площадь мидела ракеты (D), варьируя параметры v, γ, I, K_H . Наличие дополнительной массы топлива приводит к уменьшению расчетной величины γ , и с целью ее сохранения в расчет вводится «вторичная» дополнительная масса топлива, являющаяся производной от «первичной». Аналогичным способом для компенсации влияния «вторичной» массы вводится «третичная» (рис. 10). В сумме три указанные величины дают массу топлива, необходимую для компенсации аэродинамических потерь скорости.

Для ракет-носителей Штернфельд получил весьма малые значения этой дополнительной массы. Циолковский еще раньше пришел к выводу о существенном превалировании гравитационных потерь скорости над аэродинамическими при полете в космос и на этом основании предложил осуществлять наклонный запуск ракет-носителей, под небольшими углами к горизонту. В отличие от этого Штернфельд полагает, что «подъем аппарата вначале должен происходить по вертикали, затем траектория его должна все более и более искривляться» [12, с. 206; 123, с. 148]. В монографии предлагается закон движения ракеты-носителя, согласно которому после прохождения начального вертикального участка вектор тяги разворачивается на 90° и в дальнейшем удерживается параллельным местному горизонту. При этом точка излома траектории должна соответствовать достижению скорости относительно Земли

$$v \geq \frac{1}{2} g_{\text{ср}} \frac{v_{\text{кр}}}{\gamma} \quad [12, \text{с. } 207; 123, \text{с. } 148],$$

где $v_{\text{кр}}$ — круговая скорость; $g_{\text{ср}}$ — среднее по траектории ускорение силы тяжести. Полагая в этой формуле $\gamma = 40 \text{ м/с}^2$, $v = 1 \text{ км/с}$ (что удовлетворяет последнему условию) и $c = 4000 \text{ м/с}$, Штернфельд получает величину K_n всего на 8,46% больше, чем в случае полета ракеты в свободном пространстве.

По мнению ученого, предложенный им способ запуска космического аппарата на орбиту сочетает в себе энергетические выгоды с простотой реализации. Оценивая это предложение с современных позиций, прежде всего укажем, что принципиальные рассуждения Штернфельда о характере траектории выведения подтвердились на практике. Что же касается конкретных

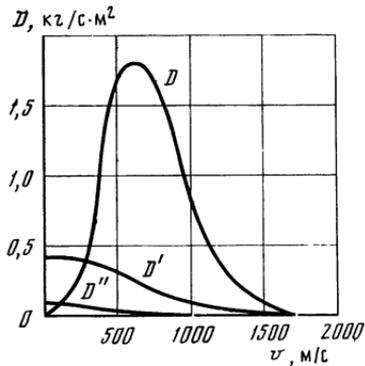


Рис. 10. Расход топлива, необходимого для компенсации аэродинамического сопротивления, в зависимости от скорости движения аппарата (при $\gamma = 40 \text{ м/с}^2$)

практических рекомендаций, то разработка их оказалась весьма сложной задачей, связанной с необходимостью учета многих дополнительных факторов (в том числе реальных характеристик системы управления).

В сравнении с траекториями запуска космических аппаратов проблеме возвращения на Землю в монографии отведено немного места. Автором повторяется доказательство неразрешимости этой задачи путем исключения ракетного торможения (по энергетическим соображениям), что приводит к необходимости использования атмосферы в качестве «тормоза». Как следствие возникает проблема предохранения конструкции от тепловых нагрузок, которая решается путем многократного погружения космического аппарата в атмосферу. Излагая существо этой идеи, исследовавшей ранее Гоманом, Штернфельд указывает на невозможность ее количественной оценки при существующем уровне знаний. Далее он делает следующее замечание:

«При желании удержать в пределах атмосферы аппарат, имеющий скорость большую, чем круговая, необходимо снабдить его крыльями, установленными таким образом, чтобы подъемная сила была направлена к Земле. После того как скорость упадет до величины, равной круговой скорости, дальнейшее снижение аппарата может производиться планированием, причем надлежащим пилотированием аппарата можно совершить посадку в любом пункте Земли...» [12, с. 211; 123, с. 151].

В переводе на современный технический язык это означает, что на начальном участке торможения спускаемый аппарат должен обладать отрицательным аэродинамическим качеством, которое затем должно переключаться на положительное. Данный принцип, сочетающий простоту реализации с высокой эффективностью, широко используется в современной космонавтике.

Заключительная часть главы «Взлет и спуск космического корабля» посвящена анализу движения истекающих газов относительно ракетного аппарата и Земли. Автор формулирует условия, при которых молекулы продуктов сгорания двигателя останутся у поверхности Земли, когда они выйдут за пределы атмосферы, и в каком случае они покинут сферу действия нашей планеты. Подобные вопросы являются актуальными в плане охраны окружающей среды.

Проблемы создания реактивных двигателей обсуждаются в главе «Физико-химические процессы» второй части книги с позиций общей инженерной оценки.

Несомненное практическое значение имеет резюме относительно выбора ракетного топлива: «Топливо для ракеты представляет тем большую ценность, чем большую скорость истечения оно дает при сгорании в двигателе и чем больше его плотность» [12, с. 90; 123, с. 77]. Поиск компромисса между этими двумя объективно существующими противоположными характеристиками топлив во многом определил развитие ракетной техники.

После проблемы топлива в монографии кратко обсуждаются рабочие процессы в камере ракетного двигателя. Автор показывает, что «количество движения газовой струи имеет наибольшую величину, когда скорости частиц одинаковы» [12, с. 92; 123, с. 78]. Выше отмечалось, что в период работы в РНИИ Штернфельд более подробно исследовал этот вопрос, важный для практики ракетного двигателестроения. Автор монографии не обошел вниманием и явление диссоциации продуктов сгорания в камере, связанное с поглощением энергии, в результате чего происходит снижение удельного импульса тяги. Однако в настоящее время рассуждения ученого представляют главным образом историко-технический интерес: по ним можно судить о малой степени изученности этой проблемы в начале 30-х годов.

Наряду с ракетными двигателями во «Введении в космонавтику» кратко рассматриваются также двигатели, классифицируемые в настоящее время как воздушно-реактивные и воздушно-ракетные. Отметив энергетические выгоды от использования атмосферного воздуха, ученый следующим образом определяет возможные схемы таких двигателей:

«Смешение продуктов сгорания с атмосферным воздухом может быть внутренним и внешним. В первом случае воздух нагнетается в камеру сгорания и смесь вытекает из камеры общим потоком. Для подачи воздуха можно применить диффузор, используя при этом скоростной напор, возникающий при движении ракеты. Равным образом можно применить компрессоры того или иного типа (турбинные, поршневые).

Для случая наружного смешения обычно рекомендуется применять инжектор в виде сходяще-расходя-

щейся насадки, расположенной таким образом, что ее узкое сечение совпадает с плоскостью выходного отверстия сопла» [12, с. 101, 102; 123, с. 84].

Реактивные двигатели с «внутренним смещением» — прямоточные и особенно турбореактивные — получили в наши дни широкое применение. Что касается двигателей с «внешним смещением», то их реализация сдерживается проблемой создания высокоэффективных, легких инжекторов, на что как раз и указывалось в монографии: «Вследствие влияния вязкости и трения в инжекторе термический КПД ракеты с инжектором должен быть ниже, чем у соответствующей простой ракеты, и тем в большей степени, чем больше подсасываемая масса... Полный КПД ракеты... должен возрасти, хотя и за счет увеличения веса конструкции» [12, с. 102].

Обширные исследования возможных схем реактивных двигателей для полета в космос выполнил Цандер. Он предложил, в частности, с целью повышения экономичности рабочего цикла устанавливать так называемый обратный конус — конфузор на выходе из реактивного сопла Лавала. При этом в сопле продукты сгорания должны были расширяться до давления, соответствующего окружающей температуре, после чего сжимались в конфузоре при постоянной температуре до внешнего давления. Вплоть до настоящего времени эта схема Цандера непременно фигурирует при описании его работ без каких-либо комментариев. Между тем уже во «Введении в космонавтику» Штернфельд счел необходимым указать на такие недостатки упомянутой схемы, как сложность, громоздкость и низкий КПД, что затмевает возможные выгоды от ожидаемого увеличения скорости реактивной струи [12, с. 97, 98; 123, с. 81, 82].

В целом проблема обеспечения жизнедеятельности экипажа в космическом полете охватывается третьей главой «Физиологические явления в космическом аппарате» и таким же по объему разделом «Жизнь внутри космического корабля» главы девятой. Прежде всего обсуждается вопрос переносимости человеческим организмом повышенных ускорений при взлете и посадке космического корабля. Штернфельд вводит понятие «перегрузка», которое формулирует следующим образом: «Всякое тело испытывает перегрузку, когда реакция опоры вызывает появление напряжений между его мо-

лекулами». Для количественной оценки вводится «коэффициент перегрузки», который «показывает, во сколько раз истинная перегрузка больше, чем действие среднего ускорения силы тяжести у земной поверхности» [12, с. 33, 34; 123, с. 39].

Проблема повышенных перегрузок занимала пионеров космонавтики начиная с Циолковского, который на основании косвенных данных пришел к заключению, что в течение нескольких минут, необходимых для вывода космического корабля на околоземную орбиту, экипаж сможет перенести десятикратную «относительную тяжесть», если будет погружен в жидкость той же плотности, что и человеческое тело. Чтобы обойтись минимальным количеством жидкости, Циолковский предложил помещать «путешественников» в прилегающие к телу индивидуальные «футляры» [252, с. 89, 123].

Ко времени работы Штернфельда над «Введением в космонавтику» появились данные о перегрузках, выдерживаемых летчиками при выполнении различных пилотажных фигур, однако, как отмечается в монографии, они представляли очень малый интерес для космонавтики. Выносливость человеческого организма по отношению к перегрузкам по-прежнему представлялась важной проблемой. «Чем большие достижения будут получены на этом пути, тем легче будет осуществить конструкцию космического корабля», — писал Штернфельд [12, с. 37; 123, с. 42].

Ученый справедливо полагал, что только с помощью «вращающихся приборов» можно будет получить необходимые данные. Заручившись поддержкой главного врача Французского гражданского воздушного флота, он в 1932 г. сам подвергся испытаниям на центрифуге аэродинамической лаборатории в Сен-Сир под Парижем. Однако добровольного испытателя ждало разочарование: установка не развила желаемого ускорения. Наиболее интересным для космонавтики Штернфельд считал цирковой аттракцион, известный сейчас под названием «бесстрашный рейс». Ученый наблюдал однажды, как артист катался по вертикальной стене целых пять минут; при этом перегрузка достигала 4 ед. [12, с. 35; 123, с. 40, 219]. Ракетный аппарат, движущийся с такой перегрузкой в течение всего указанного времени, вышел бы на околоземную орбиту.

Обсуждая предложение Циолковского о погружении

космонавтов в жидкость, Штернфельд высказал ту точку зрения, что «весьма трудно будет устранить сотрясение нервных центров внутри черепной коробки, а это как раз представляет наибольшую опасность». Штернфельд считал, что более эффективной мерой является специальное профилирование вышеупомянутого индивидуального «футляра»: «Последний не должен точно воспроизводить контуры тела, напротив, следовало бы принять в расчет вызываемые перегрузкой деформации тела и сообразовать кривизну футляра с различными изменениями формы органов» [12, с. 37; 123, с. 42].

В современной практике пилотируемых полетов эта идея индивидуальных «футляров», высказанная пионерами космонавтики, реализована в наиболее простом виде: при старте в космос и спуске на Землю экипаж размещается в креслах с индивидуальными профилированными ложементами, в точности повторяющими форму тела.

После обсуждения проблемы повышенных перегрузок автор «Введения в космонавтику» логично обращается к явлению невесомости, наступающему во время движения космического корабля по инерции, при неработающих двигателях. Здесь следует отметить, что из-за полного отсутствия опытных данных (если не считать непродолжительных по времени падений и прыжков) теоретики космонавтики не были единодушны в своем отношении к состоянию невесомости. Штернфельд считает, что поскольку «большинство физиологических процессов совершается под действием мускульных, осмотических и т. п. сил», то «мы имеем все основания надеяться, что отсутствие перегрузки не внесет существенного расстройств в деятельность организма». Это предположение, однако, дополняется осторожной оговоркой: «Вполне возможно, что для этого придется применить те или иные меры медицинского характера, которые, впрочем, не устраняют опасности атрофии большинства мышц» [12, с. 39; 123, с. 44].

Практика пилотируемых космических полетов подтвердила правильность такой точки зрения. Обнаружившиеся неблагоприятные сдвиги в ряде жизненных функций, прогрессирующие с увеличением длительности полетов (начиная с двух-трех недель), поставили вопрос о профилактике неблагоприятного воздействия невесомости на организм. Применяется целый комплекс

различных мер, среди которых физические тренировки, использование специальных нагрузочных костюмов и декомпрессионных установок, регуляция питания, применение медикаментозных средств и т. д.

Радикальным средством решения проблемы невесомости было бы создание искусственной гравитации. Излагая различные предложения по реализации этой идеи, Штернфельд высказался в пользу способа, при котором две соединенные тросом части космического аппарата вращались бы вокруг общего центра масс. В настоящее время вопрос искусственной гравитации становится на повестку дня. Эксперименты с полетами самолетов по параболической траектории показали, что минимальная эффективная величина искусственной силы тяжести равна $\sim 0,3 g$ [258, с. 81]. Заметим, что эти эксперименты представляют собой реализацию возможности полной имитации невесомости, относительно чего Штернфельд писал, что «постановка такого рода опытов с достаточной длительностью была бы трудной задачей». В качестве альтернативы предлагалось использовать ракеты, совершающие «взлеты на все большие высоты» [12, с. 38]. Подобные исследования, проводимые в СССР с 1949 г. (с так называемыми академическими, или геофизическими, ракетами), позволили накопить обширный экспериментальный материал о влиянии на живые организмы (мыши, крысы, кролики, собаки и др.) невесомости, измеряемой несколькими минутами, что сыграло большую роль в становлении космической медицины.

После обсуждения проблемы перегрузок и невесомости в разделе «Жизнь внутри космического корабля» рассматриваются другие аспекты обеспечения жизнедеятельности экипажа: поддержание жизни как таковой (снабжение кислородом, водой и пищей, обеспечение нормальной температуры), защита космонавтов от неблагоприятного воздействия внешней среды, создание условий для нормальной деятельности экипажа (труд, отдых, гигиена и т. д.), удаление всякого рода отходов, обеспечение возможности выхода космонавтов в открытый космос и работы в этих условиях. Таким образом, при рассмотрении проблемы обеспечения жизнедеятельности автором монографии учтены все основные аспекты, которые в настоящее время находятся в компетенции представителей многих, самых разнообразных профессий.

Трудно было бы ожидать обстоятельного и безошибочного освещения вышеозначенной многогранной проблемы в таком труде, как «Введение в космонавтику», написанном в 30-х годах. Например, исходя из существовавших научных представлений, Штернфельд полностью исключил углеводы из питания космонавтов «без особого вреда для организма» [12, с. 129; 123, с. 104]. Для сравнения укажем, что среднесуточный рацион экипажей советских орбитальных станций включает углеводов намного больше, чем белков и жиров, вместе взятых [247, с. 140].

Наряду с этим в монографии содержится, например, такая ценная идея, как указание на возможность возобновления запасов воды путем извлечения ее из воздуха и выделений организма с последующим насыщением кислородом и минеральными солями [12, с. 129; 123, с. 104, 105]. В современных орбитальных станциях за счет регенерации обеспечивается уже около половины потребностей экипажа в воде, и наземные эксперименты подтверждают возможность доведения этого показателя до ~97% [247, с. 145].

Штернфельд заметил, что может оказаться целесообразным добавлять остатки биоотходов в качестве дополнительной массы к ракетному топливу [12, с. 129; 123, с. 105]. В конечном счете выяснилось, что и эта идея не лишена здравого смысла: существующие в настоящее время электротермические двигатели малой тяги могут работать практически на любом рабочем теле, в том числе исключительно на биоотходах.

Обсуждение проблемы обеспечения жизнедеятельности космонавтов подытоживается в монографии следующими словами: «Создание во время полета условий жизни, которые способен переносить человеческий организм, не представляет затруднений для современной техники» [12, с. 279; 123, с. 192].

В завершение рассказа о «Введении в космонавтику» укажем на ряд важных тем, которые по разным причинам не были нами рассмотрены. Первой следует назвать механику космического полета (глава десятая «Космический полет»), занимающую в монографии одно из центральных мест. Эта тема составляет основную область научных исследований Штернфельда, которой он занимался на протяжении всей жизни. Поэтому для цельности повествования нами было признано целесообразным обобщить все полученные здесь

научные результаты в специальной главе 8. Отдельной главой 9 представлены также основные исследования Штернфельда по истории ракетной техники.

Значительное место в монографии отведено «межпланетной сигнализации» (глава тринадцатая), важность которой определялась необходимостью «установления постоянной связи как между будущими космическими аппаратами и Землей... так и между различными космическими кораблями, рассеянными в мировом пространстве» [12, с. 252; 123, с. 174]. Автор уделил главным образом внимание «световой сигнализации», со всеми ее недостатками, сославшись на то, что «наши познания об условиях посылки радиосигналов сквозь атмосферу слишком ограничены, чтобы можно было судить о перспективах этого способа сигнализации» [12, с. 266].

В четырнадцатой главе, названной «Теория относительности в приложении к космонавтике», автор монографии исследует проблему достижения звезд. Эно-Пельтри, ранее занимавшийся данным вопросом, пришел к пессимистическому выводу, что, «учитывая бездну, которая отделяет нас от других звездных систем, даже самых близких, исследование их останется навсегда запретным для человека» [261, с. 241]. В своих рассуждениях этот ученый исходил из того, что космический корабль должен двигаться в течение всего пути с ускорением, вначале положительным, а затем отрицательным, с целью сокращения времени перелета. Такое допущение, как установил Штернфельд, является ошибочным, так как непрерывная работа двигателя приводит к очень большому расходу рабочего тела, вследствие чего необходимое значение параметра K_n получается нереально высоким. После того как Штернфельд ввел в траекторию полета продолжительный пассивный участок, расход рабочего тела уменьшился в сотни раз и величины K_n получились вполне приемлемыми. Хотя при этом время перелета и увеличивается, но достижение звезд становится принципиально возможным. Штернфельд приходит к следующему выводу, утверждающему реальность эйнштейновского парадокса близнецов:

«Мы видим, таким образом, что с точки зрения теории относительности Эйнштейна для человека не только открываются возможности покинуть нашу Солнечную систему, но еще и отдалить день своей

кончины. В частности, теория доказывает возможность для путешественника покинуть Землю, посетить ту или иную звезду и возвратиться на родную планету через промежуток времени, не превосходящий длительности человеческой жизни на космическом корабле, но при возвращении встретиться на Земле с новыми, более или менее отдаленными поколениями» [12, с. 276, 277; 123, с. 190].

Отмечая этот важный вывод, мы сочли нецелесообразным обсуждать проблему достижения звезд более подробно, поскольку в настоящее время не решен фундаментальный вопрос получения реактивной струи со скоростями истечения, соизмеримыми со скоростью света.

Следует отметить большую самостоятельную ценность библиографии, содержащейся во «Введении в космонавтику». Она насчитывает около 300 наименований, включающих все основные предшествующие труды по космонавтике. Штернфельд, однако, редко на них ссылается. Объясняя впоследствии этот факт, ученый подчеркивал, что до ознакомления с трудами своих предшественников он уже имел собственные, четко сформулированные концепции [173, л. 38].

Подводя итог обсуждению монографии «Введение в космонавтику», мы отмечаем ее оригинальный научный характер и с полным основанием называем ее энциклопедическим трудом, в котором суммированы все основные знания своего времени по проблеме космического полета. По оценке академика Б. В. Раушенбаха, «это было первое систематическое изложение совокупности проблем, связанных с предстоящим завоеванием космоса,— от строения Солнечной системы до релятивистских эффектов при космических полетах. Неудивительно, что по этой книге учились многие из тех, кому в будущем предстояла практическая работа по завоеванию космоса» [190].

На пороге космической эры (1938—1956)

Научная публицистика Штернфельда. Письмо в ЦК ВКП(б). Трудные годы войны (г. Серов). Ракета для маршрута Москва—Лондон—Нью-Йорк. Книга «Полет в мировое пространство». Научно-фантастические репортажи. Секция астронавтики

Монография «Введение в космонавтику» явилась заметным явлением в советской научной литературе. Журнал «Техническая книга» в рубрике «Звездоплавание» поместил обширную рецензию, написанную Я. И. Перельманом, в которой говорилось: «С появлением книги А. Штернфельда наша литература по звездоплаванию обогащается весьма ценным трудом» [187]. «Вестник инженеров и техников» откликнулся рецензией М. К. Тихонравова, которая завершалась словами: «Мы вполне можем рекомендовать эту книгу, тщательно составленную автором и содержащую ряд новых и оригинальных исследований по применению ракеты в качестве летательного аппарата. Книга с интересом будет прочтена ... каждым, серьезно изучающим ракетную технику» [193]. Всесоюзное общество культурной связи с заграницей разослало «Введение в космонавтику» во многие зарубежные научные и учебные центры, а также известным ученым. Книга экспонировалась в павильоне СССР на Всемирной выставке 1938—1939 гг., состоявшейся в Нью-Йорке.

Радость Штернфельда от выхода в свет его научного труда была омрачена тем обстоятельством, что в конце 1937 г. он был уволен из РНИИ, где к тому времени произошла смена руководства. Ученый пытается устроиться в какой-нибудь академический институт, чтобы продолжать там исследования в области космонавтики. Однако после ознакомления с книгой Штернфельда и встречи с самим автором академик-секретарь Отделения физико-математических наук АН СССР А. Н. Колмогоров приходит к заключению, что «при настоящем состоянии вопросов космонавтики постановка их в качестве плановых задач научных институтов АН была бы преждевременна» [270]. Вместе с тем Штернфельду предлагают сделать ряд докладов в академических ин-

ститутах по отдельным аспектам проблемы, чтобы определить возможные формы помощи ему со стороны Академии наук.

Это мнение поддержал вице-президент АН СССР академик О. Ю. Шмидт, который на заявлении Штернфельда от 12 августа 1940 г. относительно зачисления его в штат научных сотрудников написал следующую резолюцию: «В настоящее время возможности нет. Охотно буду содействовать постановке доклада т. А. Штернфельда осенью в одном из институтов» [272].

В том же 1940 г. Академия наук представила на соискание Государственной премии в числе первых научных работ «Введение в космонавтику» [273]. Кажущееся противоречивое отношение высшего научного учреждения страны к работам Штернфельда нетрудно понять, если учесть, что практическое ракетостроение делало в СССР лишь первые шаги. Только такие люди как Штернфельд, одержимые идеей межпланетного полета, могли разглядеть в несовершенных конструкциях ракетных аппаратов космические корабли недалекого будущего.

Свои настойчивые попытки заинтересовать научные институты проблемами космонавтики Штернфельд сочетает с широкой пропагандистской деятельностью в этой области, в необходимости которой он лишний раз убедился, когда в одном из ответов на свои обращения увидел слово «космонавтика», взятое в кавычки. В этом ответе отмечалось, что «автор обнаруживает незаурядную работоспособность и разностороннюю эрудицию во всех областях знания, с которыми соприкасается „космонавтика“» [271]. Указанные качества Штернфельда, проявившиеся во всей полноте при работе над «Введением в космонавтику», дополнялись умением излагать сложные вопросы общедоступно и увлекательно, пробуждая в любознательных умах желание ближе ознакомиться с проблемами космонавтики и принять участие в их разработке.

Уже первой статьей в газете «Юманите» от 1930 г. Штернфельд заявил о себе как талантливый популяризатор науки. После присуждения международной премии он получил возможность излагать свои идеи во французских периодических изданиях, распространяемых по всему миру. В течение 1934—1935 гг. только в авиационном еженедельнике «Крылья» появилось восемь статей Штернфельда, объединенных рубриками

«Проблемы космонавтики» и «Технические проблемы космонавтики» [3, 10]. Журнал «Природа», информирующий французских читателей о научно-технических достижениях, поместил материалы о межпланетной сигнализации и о жизни во Вселенной [8, 11]. Даже в «Новостях литературы, искусства и науки» появилась статья Штернфельда «Когда поэты возносятся в небо» — о космической теме в литературе [5].

В советской периодике Штернфельд начал публиковаться с 1938 г., когда его имя появилось на страницах «Артиллерийского журнала» и журналов «Знание — сила», «Наука и жизнь». Читатели этих изданий совершили вместе с автором увлекательный экскурс в историю ракетного дела в России и познакомились с работами своего выдающегося соотечественника К. И. Константинова, с интересом прочли обстоятельный рассказ о гипотетических проектах межпланетных сообщений, смогли зримо представить себе физиологические явления при космическом полете.

Вскоре статьи Штернфельда поместили «Советская наука», «Техника — молодежи» и газета «Красная звезда». Его рассказ о ракетных парадоксах, появившийся в журнале «Техника — молодежи» [24], вызвал настоящую лавину писем с вопросами читателей. Чтобы ответить всем адресатам, редакция приняла решение опубликовать дополнительную статью Штернфельда с соответствующими разъяснениями [22]. Всего же в течение трех лет (с 1938 по 1941 гг.) в периодических изданиях появилось 11 материалов ученого. Кроме того, он написал статьи о ракетах и космических полетах для двух энциклопедических изданий [21, 28] и подготовил диалогичный фильм на эту тему [29]. 19 мая 1939 г. Центральное вещание передало в эфир беседу Штернфельда о космонавтике, в которой он ответил на вопросы слушателей. Вторая радиобеседа под названием «Проблема расщепления атомов и сверхскоростной транспорт» состоялась два года спустя¹.

Наряду с пропагандой идеи ракетных и межпланетных полетов Штернфельд продолжал научные исследования в этой области. В частности, он проанализировал возможные варианты аппаратов и схем полета, включая известную идею перелива топлива между отдельными

¹ См.: Радиопрограммы Всесоюзного радиокomiteта при Совнаркомe СССР № 22 (262) от 11 мая 1939 г., № 22 (378) от 31 мая 1941 г.

ракетами в процессе полета. Согласно этому предложению, набирается «связка» из большого количества одинаковых аппаратов и все они включаются в работу одновременно. Через некоторое время остатки топлива перекачиваются из части ракет в соседние ракеты, которые отделяются и продолжают полет. Данная операция затем повторяется, пока не останется один-единственный аппарат, который и достигает космической скорости. Штернфельд определил, что такая схема полета (считавшаяся перспективной) энергетически менее выгодна по сравнению с использованием обычных многоступенчатых конструкций (когда каждая ступень работает до полного израсходования топлива) [20, с. 134].

Обосновывая необходимость подобных исследований, Штернфельд указывал в письме в ЦК ВКП(б) от 16 мая 1939 г.: «Нельзя же отрицать необходимость „чисто“ теоретических, т. е. перспективных, работ. Ведь нет сомнения в том, что разработка таких на первый взгляд теоретических вопросов, как межпланетные сообщения, ускоряет и решение ряда практических проблем, как, например, сверхскоростные сообщения на земле, сверхдальнобойная артиллерия и др.» [141].

Штернфельд писал эти слова накануне второй мировой войны, когда в нацистской Германии в обстановке строжайшей секретности развертывались работы по созданию баллистической ракеты дальнего действия. Война пришла в семью Штернфельдов с нападением Германии на Польшу. Вскоре они получили тревожное известие о том, что их родные и близкие заперты гитлеровцами в лодзинском гетто. В сентябре 1939 г. Ари Абрамович обратился в военкомат с просьбой поставить его на воинский учет, а в начале Великой Отечественной войны просит о принятии в ряды Красной Армии. Однако судьба забрасывает Штернфельда вместе с женой и двумя малолетними дочерьми — трехлетней Майей и годовалой Элей — на Урал, в Свердловскую область. Густава Львовна получает направление в городок Новая Ляля, где в местной школе требовался учитель французского языка. На первый учебный год она осталась здесь с детьми, а глава семьи поехал дальше, в находившийся за 70 км к северу г. Серов, где устроился преподавателем технических предметов в Metallургическом техникуме.

Преподавателей не хватало, и Ари Абрамовичу пришлось вести несколько курсов: физики, сопротивле-

ния материалов, деталей машин и черчения. Он читал лекции по восемь — десять академических часов в день. Стремясь «передать студентам всю эту поэзию диаграмм и умных механизмов», Штернфельд готовился старательно к каждой лекции поздними вечерами, просиживая нередко до глубокой ночи [172].

Под заголовком «Такой учитель не забудется» газета «Серовский рабочий» опубликовала в 1963 г. очерк Г. Гулина, бывшего студента Серовского металлургического техникума о преподавателе Штернфельде. «Ари Абрамович умел заинтересовать всю аудиторию, — вспоминает Гулин, — и каждый из нас стремился быстрее и точнее выполнить его задание... Нам нравились и его строгость, и его деловые шутки...» Штернфельд был не похож на других преподавателей: «Даже оценки ответов после опроса у него были необычными: с шутливой серьезностью он выводил среднюю оценку на логарифмической линейке с точностью до десятых долей... После первых же минут знакомства повел беседу о первой и второй космических скоростях. Нам было понятно, что разговор вышел за рамки программы. Мы догадались, что наш преподаватель глубоко увлечен астронавтикой и нам решил передать свое увлечение. В конце интереснейшей беседы мы увидели и перелистали его труд — „Введение в космонавтику“» [179].

В наши дни для увековечения памяти Штернфельда в Серове установлены две мемориальные доски: на доме № 46 по улице Кузьмина, где он жил, и на здании Металлургического техникума, в котором преподавал. А в те далекие военные годы некоторые коллеги считали Штернфельда чудачком: им казалась по меньшей мере странной его уверенность, что покорение космоса — дело ближайшего будущего. Не мог поверить в это и поляк Л. Похорылес², которого война забросила в далекий уральский город. В очерке «Беседы за праздничным столом», опубликованном варшавской газетой накануне 1964 г., он так описывает новогодний вечер 1942 г., проведенный у Штернфельдов: «В комнате холодно, на улице сорокаградусный мороз... Разговор не клеился, пока не вмешался профессор: „Что вы такие унылые? Не только зададим гитлеровскую гадину, но нас ждет,

² Л. Похорылес стал впоследствии дипломатом, был послом ПНР в Индонезии.

и уже скоро, захватывающее приключение — путешествие на Луну и планеты!“... Не припомню случая ни до, ни после этого, когда бы я, вместе с другими взрослыми людьми, был так увлечен, заморожен и поглощен рассказом, в правдивость которого никто из присутствующих, в силу нашего глубокого незнания, ничуть не верил» [228].

За повседневными занятиями у Штернфельда оставалось совсем немного времени на научные изыскания, и он сосредоточился на ближайшей практической стороне проблемы космического полета. При этом ученый руководствовался соображением, что «до того, как ракета достигнет той степени совершенства, которая обеспечит ей вылет в мировое пространство, ракетный двигатель может быть использован для сверхскоростных перелетов в пределах Земли» [20, с. 146]. Будучи убежденным в народно-хозяйственной и оборонной значимости этой проблемы, Штернфельд выполнил обширные расчеты с целью доказать, что «уровень современной техники дает возможность создать в недалеком будущем трансатлантическую почтовую и пассажирскую ракеты» [146, л. 1].

В декабре 1944 г. Штернфельд с семьей возвратился в Москву, и вскоре полученные результаты оформились в виде двух научных статей. Одна из них, под названием «О расходе топлива при пересечении атмосферы ракетой с постоянным ускорением», появилась по рекомендации академика Л. С. Лейбензона в «Докладах АН СССР» от 1945 г. Вторую статью — «О возможности ракетного сообщения Москва—Лондон—Нью-Йорк» автор представил президенту Академии наук С. И. Вавилову. Штернфельд передал ему также «Введение в космонавтику», чтобы дать возможность лучше ознакомиться с проблемой ракетного полета [147].

Последняя статья посвящалась энергетическим оценкам ракетных аппаратов для совершения перелетов по маршрутам, связывающим три упомянутые столицы. В табл. 4 приведены полученные Штернфельдом данные по относительному снижению начальной массы пассажирской ракеты при последовательном переходе от одноступенчатой конструкции к «непрерывной». Эта экономия получается тем большей, чем протяженнее маршрут и чем менее совершенна ракета. Анализируя конкретные результаты, Штернфельд приходит к следующему заключению:

Таблица 4. Относительное снижение начальной массы пассажирской ракеты (в %) при увеличении числа ступеней для различных значений скорости реактивной струи и относительной массы конструкции [146, табл. 6—8]

с, м/с	m_K/m_T													
	0,05						0,15						0,25	
	1 → 2	2 → 3	3 → н	1 → 2	2 → 3	3 → н	1 → 2	2 → 3	3 → н	1 → 2	2 → 3	3 → н		
2500	М — Л	17,88	3,26	4,35	88,36	12,34	14,44	—	—	25,91	26,15	—		
	Л — Н	56,47	7,74	8,67	—	30,72	28,08	—	—	66,56	48,94	—		
	М — Н	82,86	9,89	10,63	—	40,73	33,98	—	—	85,63	57,95	—		
3500	М — Л	6,16	1,37	2,08	16,54	4,97	6,92	59,72	—	9,92	12,70	—		
	Л — Н	15,96	2,97	4,04	76,90	11,22	13,42	—	—	23,45	24,34	—		
	М — Н	21,63	3,81	4,88	—	14,43	16,28	—	—	30,59	29,36	—		
5000	М — Л	2,30	0,58	0,97	8,64	2,04	3,24	18,14	—	3,96	5,91	—		
	Л — Н	5,27	1,18	1,86	21,37	4,32	4,16	49,02	—	8,59	11,31	—		
	М — Н	6,81	1,51	2,22	28,52	5,42	7,47	68,05	—	10,89	13,67	—		

М — Л: маршрут Москва — Лондон; Л — Н: Лондон — Нью-Йорк; М — Н: Москва — Нью-Йорк; 1 → 2 — переход от одноступенчатой конструкции к двухступенчатой; 2 → 3 — переход от двухступенчатой конструкции к трехступенчатой; 3 → н — переход от трехступенчатой конструкции к непрерывной.

«Как видно... ракеты для перелетов Москва—Лондон навряд ли стоит строить трехступенчатыми. Даже для перелета Атлантического океана, стартуя из Лондона, лишь при сравнительно малых скоростях истечения газов и больших коэффициентах пассивной массы можно будет решиться построить трехступенчатую ракету. Такой шаг оправдывался бы, конечно, скорее при вылете в Нью-Йорк из Москвы» [146, л. 4].

Числовые данные, содержащиеся в обсуждаемой статье, представляли лишь малую часть обширных расчетов по дальним ракетам, выполненных автором [145].

Актуальность исследований Штернфельда, как и справедливость сделанных им принципиальных выводов, подтвердились практикой ракетостроения. Расчеты ученого совпали по времени с немецкими работами над проектом двухступенчатой трансатлантической ракеты. Но только вместо почтового груза и пассажиров она должна была нести смертоносный боевой заряд.

«В годы Великой Отечественной войны ракета вернулась к нам из глубины веков, обновленная и преображенная последними достижениями техники... Реактивная техника помогает сегодня создавать летательные аппараты небывалых скоростей и мощностей». Так писал Штернфельд в статье «Из прошлого русской ракеты», открывающей выпуск журнала «Техника — молодежи» за август—сентябрь 1946 г. [31]. Содержание этого номера, посвященного реактивной технике, определялось выдержкой из материалов сессии Верховного Совета СССР, утвердившей пятилетний план восстановления и развития народного хозяйства на 1946—1950 гг.: «Нам необходимо обеспечить работы по развитию новых отраслей техники и производства. К ним относятся ... работы по развитию реактивной техники, применению нового типа двигателей, создающих новые скорости и мощности»³.

Вскоре партия и правительство приняли важные решения о создании научно-технической базы для разработки мощных ракет с дальностью в сотни и тысячи километров. Последовательное усовершенствование и развитие таких аппаратов открывало дорогу в космос. В этой связи Штернфельд указывал: «Многие

³ Пятилетний план восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. // Заседания Верхов. Совета СССР (первая сессия): Стеногр. отчет. М., 1946. С. 48—81.

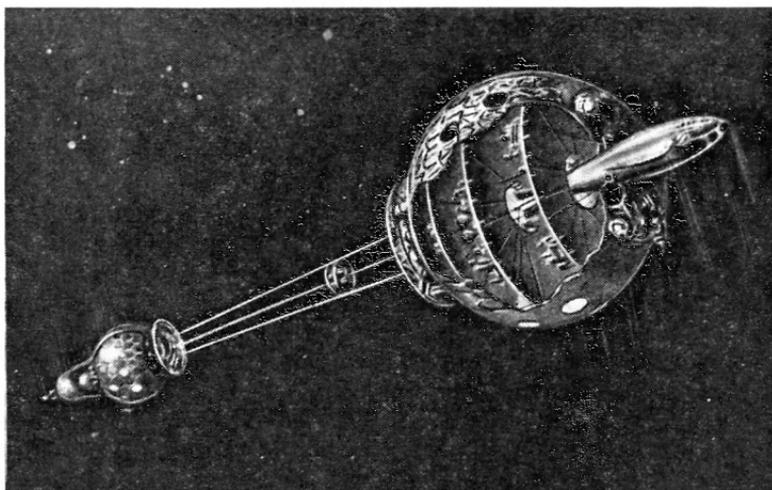


Рис. 11. Космический корабль из книги «Полет в мировое пространство»

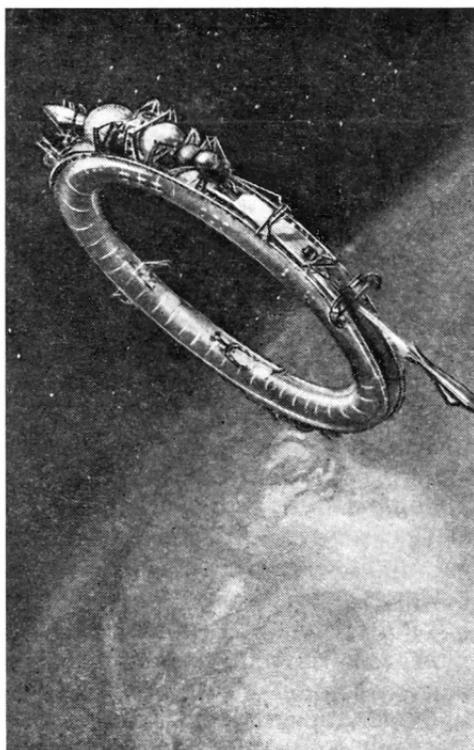


Рис. 12. Внеземная станция из книги «Полет в мировое пространство»

думают, что решение вопроса внеземного полета зависит от какого-либо изобретения, которое внесет революцию в технику. Но в действительности эта проблема решается повседневно малыми шагами, малыми победами. ...Ракеты для полета в мировое пространство принципиально ничем не отличаются от ракет для дальних перелетов в пределах Земли на высоте нескольких сотен или даже тысяч километров. Важность таких „земных“ полетов ракет очевидна. Поэтому на космонавтику нельзя смотреть как на науку, создаваемую фантазерами, оторванными от жизни» [33, с. 5].

Приведенные выше слова содержатся в предисловии к книге Штернфельда «Полет в мировое пространство», изданной в 1949 г. Первоначальный ее вариант был сдан автором в издательство еще в начале 1941 г. [274], но выпуску книги помешала война. «Полет в мировое пространство» можно считать популярным изложением строго научного труда «Введение в космонавтику», доработанным с учетом последних исследований автора и современных достижений ракетной техники. Штернфельд детально продумал основные научно-технические идеи, так что смог зримо представить разнообразные космические конструкции, устройства, приборы. Книга «Полет в мировое пространство» иллюстрирована несколькими десятками высокохудожественных оригинальных рисунков в исполнении Н. М. Кольчицкого.

Обращает на себя внимание космический корабль необычной формы — в виде установленных одна за другой сфер. При проектировании этого аппарата его автор руководствовался исключительно функциональными соображениями: поскольку в межпланетном пространстве сопротивление среды отсутствует, то придание летательному аппарату привычной, удобообтекаемой формы является излишним. Из рис. 11 видно, что космический корабль Штернфельда состоит из двух частей, которые в свободном полете отделяются одна от другой и, оставаясь связанными тросами, приводятся во вращение (при помощи небольших ракетных двигателей) вокруг общего центра масс — для создания искусственной силы тяжести. Сферические части корабля содержат помещения для жилья и лабораторий. Штернфельд полагал, что для длительных полетов они должны проектироваться с таким расчетом, чтобы ис-

пользоваться предварительно в качестве топливных баков.

На дальнем плане рисунка показана хвостовая часть корабля с установленным в ней маршевым ракетным двигателем, при помощи которого осуществляется вывод корабля на заданную траекторию полета. На переднем плане видна носовая часть с размещенным в ней «посадочным планером», в котором космонавты вместе с наиболее ценным имуществом возвращаются на Землю. Планер снабжен выдвижными крыльями, при помощи которых достигается управляемый спуск в атмосфере.

«Когда будет достигнута „первая“ космическая скорость,— пишет Штернфельд,— в порядке дня встанет вопрос о постройке искусственного спутника, обращающегося вокруг Земли вне атмосферы ... Постройка спутника может быть произведена из нескольких частей, последовательно отправленных с Земли... Искусственный спутник может быть использован в качестве промежуточной отправной станции для космических путешествий... При наличии такой внеземной станции топливо, а также полезный груз, необходимый для достижения конечной цели путешествия, могут быть доставлены на нее предварительно, отдельными частями» [33, с. 104, 107]. Согласно рис. 12, Штернфельд представлял себе подобную станцию в виде тора, вращающегося вокруг центральной оси (для создания искусственной тяжести). В левом верхнем углу рисунка изображен космический корабль для старта со станции в межпланетное пространство, а справа внизу можно видеть возвращающийся на Землю «посадочный планер».

Рукопись книги Штернфельда рецензировалась видными учеными. Давая положительный отзыв, академик М. В. Келдыш писал, что она «содержит много интересного материала, и ряд соображений о космическом полете может представлять интерес и для специалистов» [277, л. 4, 5]. Книга была подписана в печать 4 января 1949 г.— ровно за 10 лет до того, как первое небесное тело, созданное человеком, достигло окрестностей Луны и превратилось в искусственную планету. Изданная в количестве 50 000 экземпляров (что в 25 раз превышало тираж «Введения в космонавтику»), эта книга привлекла к себе внимание в нашей стране и за рубежом. В 1954 г. она появилась

в переводе на французский язык, в 1955 г. была издана в Португалии и Италии, в следующем году вышла в Югославии, Чехословакии, Японии... В рецензии парижского журнала «Франция — СССР» говорилось: «Штернфельд создал замечательную книгу о ракетах, искусственных спутниках, их сегодняшнем и завтрашнем дне, книгу научную, строго документированную и одновременно в высшей степени популярную, которая увлекательно и доступно рассказывает всем о сложных проблемах» [199].

С начала 50-х годов научно-популярные статьи Штернфельда по космонавтике, регулярно появлявшиеся в советских журналах и газетах, оперативно перепечатывались прессой многих стран. Среди первых таких публикаций была статья «Маршруты космических кораблей». Напечатанная в майском номере журнала «Техника — молодежи» за 1952 г., она спустя несколько месяцев появилась в аналогичных изданиях, выходящих в Праге и Софии. Следующая статья «Накануне космического полета», помещенная в февральском номере упомянутого журнала за 1953 г., в том же году была перепечатана популярными научно-техническими изданиями Болгарии, Румынии, ГДР, Чехословакии.

Большим успехом пользовались научно-фантастические репортажи, написанные Штернфельдом от лица воображаемых участников и очевидцев космических событий. В 1956 г. популярный литературно-художественный журнал «Смена» поместил такой «репортаж-фантастику», рассказывающий об экспедиции на Марс [60]. Перед читателями проходят основные события грандиозной космической эпопеи, в которой участвуют экипажи двух межпланетных кораблей. Первый из них, МК-1, стартует 11 августа 1990 г. и выходит на эллиптическую траекторию, касательную к орбитам обеих планет. Через неделю вдогонку ему отправляется более совершенный корабль МК-2, способный развить скорость, бóльшую почти на 1 км/с. Он обгоняет МК-1 и достигает Марса на 151-е сутки полета. Автор репортажа высаживается на поверхность планеты вместе с другими землянами. Вскоре они убеждаются в существовании на Марсе животного мира, а затем встречают и следы прошлой цивилизации. Через 100 земных суток прибывает МК-1, который терпит аварию при входе в атмосферу. По-

этому по завершении программы исследований Марса, занявшей свыше полутора лет, оба экипажа готовятся к возвращению на родную планету на одном корабле. Но один из землян вынужден остаться на Марсе, дожидаясь прилета третьего корабля. Автор репортажа возвращается на Землю 30 января 1993 г., спустя почти 900 суток после того, как ее покинул.

Приведенный рассказ вобрал в себя результаты обширных расчетов, в процессе которых Штернфельд исследовал сотни возможных траекторий полета на соседние планеты и выбрал наилучшие из них [160]. Одновременно с вышеизложенным репортажем-фантастикой его автор опубликовал строго научную статью, в которой представил детальные уточненные характеристики маршрутов кораблей МК-1 и МК-2 (см. с. 123). Таким образом, для Штернфельда научно-фантастические очерки, подобно его знаменитым парадоксам (о которых рассказывается в главах 4, 7), были лишь формой выражения идей и результатов выполненных исследований. Ученый недолюбливал термин «научная фантастика», усматривая, по-видимому, нелогичность в объединении двух столь различных понятий, как наука и фантастика. Избрав себе за правило опираться на точные физические представления и строгий математический расчет, Штернфельд мог с увлечением заниматься чисто воображаемыми, мысленными экспериментами, если они не противоречили указанному правилу. И напротив, он отвергал любые самые заманчивые гипотезы, не выдерживающие такой проверки. В этой связи показательным отношением Штернфельда к проблеме Тунгусского метеорита.

В 1946 г. известный ныне писатель-фантаст А. П. Казанцев выдвинул и затем продолжал развивать гипотезу о том, что Тунгусская катастрофа, случившаяся 30 июня 1908 г., связана с аварией атомного марсианского корабля. Эта романтическая идея, объясняющая многие загадки наблюдавшегося явления, вызвала живой интерес и приобрела многочисленных сторонников. Не оставшись безучастным к Тунгусскому феномену, Штернфельд задался целью проверить научность гипотезы Казанцева с позиций космонавтики. Как признавался впоследствии ученый, вначале он ощущал полнейшую растерянность, однако после размышлений нашел путь к разгадке.

Расчеты всех возможных траекторий перелета Марс—Земля, допускаемых механикой космического полета, убедили Штернфельда в том, что марсианский корабль не мог прилететь к нам не только 30 июня 1908 г., но вообще в течение длительного интервала времени, включающего эту дату (подробнее см. в главе 8). Ученый с полным основанием мог утверждать: «... мы разрушили миф о возможности прилета марсиан на Землю в день падения Тунгусского метеорита» [153, л. 9].

Вместе с тем, согласно расчетам Штернфельда, день 30 июня 1908 г. получался идеальным для посещения Земли жителями Венеры. Но и эту заманчивую возможность ученый отверг, поскольку наблюдавшаяся скорость входа Тунгусского тела в атмосферу намного превосходит расчетные скорости гипотетического венерианского корабля. В качестве последнего веского аргумента Штернфельд привел тот факт, что Тунгусское тело двигалось навстречу орбитальному движению Земли вопреки основным канонам механики космического полета. Это обстоятельство, по мнению ученого, полностью исключает связь Тунгусского феномена с каким-либо космическим кораблем — как межпланетным, так и межзвездным. Полученные выводы Штернфельд изложил 23 марта 1951 г. на Третьей метеоритной конференции, организованной в Москве Комитетом по метеоритам АН СССР [154].

Расхождение во мнениях по проблеме Тунгусского метеорита не помешало, однако, Штернфельду и Казанцеву встретиться вместе в Секции астронавтики, созданной 9 января 1954 г. при Центральном аэроклубе СССР им. В. П. Чкалова в Тушине. Это массовая общественная организация объединила свыше 500 человек различных занятий и возраста, поставивших своей целью «содействие осуществлению в нашей стране космических полетов в мирных целях». В составе секции было образовано пять научно-технических комитетов в соответствии со следующими направлениями космической тематики: астрономические и физические проблемы, ракетная техника, космическая навигация, биология космического полета, радиотелеуправление. Штернфельд возглавил комитет по космической навигации [246, 278]. До официального учреждения Секции ее организаторы часто встречались у Штернфельда, и ученый впоследствии с шуткой



Члены Секции астронавтики на встрече с деятелями культуры в Центральном доме литераторов 30 марта 1954 г.

Слева направо: (в первом ряду) Н. Н. Шпанов, А. П. Довженко, А. А. Штернфельд, председатель секции П. А. Варваров, В. А. Сытин, Л. К. Баев; (во втором ряду) К. И. Домбровский, А. П. Казанцев, С. В. Михалков, И. А. Меркулов, Г. Д. Гулиа, Б. Н. Лонаков, Ю. С. Хлебцевич, К. Н. Шистовский, К. П. Станюкович, В. И. Наумов

вспоминал, что Секция родилась за его письменным столом, в квартире на Ново-Сущевской.

Секция астронавтики сконцентрировала свою деятельность на пропаганде ракетно-космической тематики. На организационном собрании Штернфельд выступил с докладом «Современное состояние проблемы полета в мировое пространство» [156]. С тех пор он регулярно читал лекции в МГУ, Политехническом музее, в Московском планетарии. Его выступления неизменно привлекали обширную аудиторию. Среди тех, кто слушал Штернфельда, были нынешний вице-президент Академии наук Е. П. Велихов и летчики-космонавты СССР В. Н. Волков, Б. Б. Егоров, В. И. Севастьянов.

В работе секции активно участвовали ученые и инженеры, члены студенческих научно-технических кружков. Установилась связи с творческими союзами писателей, журналистов, художников, работников кино. Приобщаясь к космической тематике, деятели

литературы и искусства несли идеи освоения космоса в широкие массы. А. П. Казанцев вспоминает, как известный кинорежиссер А. П. Довженко, увлекшись этими идеями, мечтал создать художественный фильм о полете на Марс. Своей деятельностью по пропаганде космонавтики секция в большой степени способствовала притоку талантливых людей в эту область.

Секция астронавтики продолжала традиции первого в мире Общества изучения межпланетных сообщений, созданного в СССР в 1924 г. За три десятилетия, прошедшие с тех пор, положение с космонавтикой кардинальным образом изменилось. Особенно большие сдвиги произошли в последние несколько лет перед образованием секции. В середине 1946 г. было принято историческое решение о создании в нашей стране мощной ракетостроительной промышленности. В этих целях выделялись крупные финансовые средства, материальные и людские ресурсы, расширялись и создавались специализированные НИИ, КБ, заводы и испытательные полигоны, к решению научно-технических проблем привлекались многие институты Академии наук и различных ведомств.

В короткий срок в СССР были созданы управляемые баллистические ракеты с дальностью полета в несколько сот километров. В результате их модификации появились геофизические ракеты, способные доставлять сотни килограммов научной аппаратуры на большие высоты. Начиная с 1949 г. с помощью этих так называемых академических ракет в нашей стране стала осуществляться программа исследования верхних слоев атмосферы. В 1951 г. состоялся первый запуск такой ракеты с живыми существами — подопытными собаками. Начались работы по выявлению возможности создания реальных конструкций космических ракет-носителей на базе существующего уровня техники с учетом ближайших перспектив развития.

В начале 1954 г., вскоре после образования Секции астронавтики, был принят к разработке проект первой межконтинентальной ракеты. Главный конструктор С. П. Королев обратился в Совет Министров СССР с письмом, в котором указывалось: «Проводящаяся в настоящее время разработка нового изделия с конечной скоростью около 7000 м/с позволяет говорить о возможности создания в ближайшие годы искусственного спутника Земли. Путем некоторого уменьше-

ния веса полезного груза можно будет достичь необходимой для спутника конечной скорости 8000 м/с...» [245, с. 16].

О приближении космической эры свидетельствовало учреждение в 1954 г. Академией наук СССР настольной золотой медали им. К. Э. Циолковского «За выдающиеся работы в области межпланетных сообщений». Годом раньше начал выходить академический «Реферативный журнал» с разделом «Проблема межпланетных сообщений». Штернфельду предложили готовить материалы для этого раздела, на что он охотно согласился. В журнал поступали публикации на 11 языках, но обработка их не составляла труда для Штернфельда. Помимо своих прямых референтских обязанностей, он выполнял научно-редакторскую работу, делая комментарии и исправляя встречавшиеся ошибки и неточности. Получаемая информация являлась ценным подспорьем в научных исследованиях Штернфельда. После надлежащего анализа она находила отражение в его статьях и книгах. И все же ученый испытывал глубокую неудовлетворенность от того, что не может использовать свой творческий потенциал в практических разработках космических программ, которые проводились коллективами НИИ и КБ.

Сотрудничая в «Реферативном журнале», Штернфельд продолжал работать в одном из проектно-конструкторских бюро, куда числился инженером с 1951 г. и занимался созданием противопожарного оборудования [155]. Он оставил это КБ в начале 1954 г., когда подготовил для Гостехиздата научно-популярную книгу на свою любимую тему — космонавтику. Эта книга под названием «Межпланетные полеты» появилась в 1955 г. и через год вышла повторным изданием. К этому времени у Штернфельда была готова новая работа — по искусственным спутникам Земли.

Летом 1956 г. ученый вместе с семьей гостил в Польше у проживавшей в Варшаве сестры Ады и ее мужа Михала Калецкого. Много времени прошло с того дня, когда супруги Штернфельд простились со своими родными и близкими в Лодзи перед отъездом в Советский Союз. С болью узнал теперь Ари Абрамович подробности гибели родителей и сестры Франки в лодзинском гетто. Вместе с женой он посетил свой родной город Серадз, прошелся по знакомым с детства улочкам, посмотрел на дом, в котором родился.

Годом раньше ученый написал властям Серадза, что он родом оттуда и что занимается межпланетными полетами. Спустя несколько лет, когда Штернфельд удостоился звания почетного гражданина города, фрагмент этого письма, сохранившегося в городском архиве, украсил специально выпущенный конверт.

Глава 7

Осуществление мечты (1957—1980)

Начало космической эры. «Искусственные спутники». Признание научных заслуг. Поездки в Польшу. Мысли о будущем космонавтики. «Занимательная космонавтика»

4 октября 1957 г. На околоземной орбите находится советский спутник...

«Это был один из самых прекрасных дней в моей жизни,— говорил Штернфельд.— Разве не является величайшей радостью и величайшим счастьем для человека, когда он становится свидетелем осуществления идей, которые его поглощали с юных лет и которым он пробивал дорогу в течение всей своей жизни!» [126].

Планета встретила начало космической эры с ликованием. Газеты во всем мире помещали ежедневно информацию о спутнике, сообщали ожидаемое время его пролета над различными городами. Вечером и ночью люди всех возрастов вглядывались в небо, чтобы на миг увидеть летящую в нем рукотворную звезду. Все, что касалось спутника, вызывало небывалый интерес. После первых сообщений ТАСС редакции газет обратились к Штернфельду с просьбой срочно подготовить научный комментарий для массового читателя. Ученый с готовностью согласился и с большим волнением вычертил траектории первого космического тела, созданного человеком. 8 октября «Известия» и «Красная звезда» поместили рассказ Штернфельда о том, как движется спутник и каким образом его можно наблюдать [63, 64].

В то время огромным спросом пользовалась книга Штернфельда «Искусственные спутники Земли». Подписанная в печать 15 декабря 1956 г., она появилась на прилавках магазинов в канун космической

эры. В предисловии к книге автор указывал, что он собирается рассказать «о том, как будут запускаться искусственные спутники, как они смогут быть использованы для научных целей и в качестве межпланетных станций и каковы будут условия жизни на таких спутниках». Далее говорилось: «Первым этапом, очевидно, будет запуск в безвоздушное пространство небольшой ракеты... так, чтобы она превратилась в искусственный спутник нашей планеты. Возможно, что на этой ракете не будет никаких приборов. Ее запустят лишь для того, чтобы практически создать первое искусственное небесное тело» [58, с. 6, 7].

Книга Штернфельда вызвала за рубежом настоящую сенсацию. Комментируя ее содержание, французский научный обозреватель писал, что на 180 страницах этой книги, которую он свободно купил в московском киоске несколько месяцев назад, раскрываются все «секреты» искусственных спутников [205]. Итальянская газета «Паэзе сера» отводила на протяжении десяти дней, начиная с 9 октября 1957 г., целые полосы главам из книги Штернфельда под общим заголовком «Спутник» [69].

В течение 1957—1958 гг. «Искусственные спутники Земли» вместе с книгами «Полет в мировое пространство» и «Межпланетные полеты» были изданы 25 раз в 18 зарубежных странах: Аргентине, Болгарии, Бразилии, Венгрии, Греции, Дании, Египте, Индии, Исландии, Италии, Мексике, Нидерландах, Польше, Румынии, США, Финляндии, Югославии, Японии. Не меньший успех выпал на долю следующей книги — «От искусственных спутников к межпланетным полетам». Написанная Штернфельдом «по следам» первых двух ИСЗ, она продолжала рассказ о современном состоянии и перспективах развития космонавтики, которая за это время перешла из области теории в область практической деятельности человека. Книга «От искусственных спутников к межпланетным полетам» вышла в 1957 г. и в последующие три года издавалась еще 17 раз в нашей стране и в Болгарии, Греции, Италии, КНР, Норвегии, Румынии, США, Чехословакии, Югославии.

В том же 1957 г. Штернфельд готовит переработанный и существенно расширенный вариант «Искусственных спутников Земли», в который включает, в частности, главу об искусственных спутниках дру-

гих небесных тел. Этот научный труд объемом свыше 20 авторских листов под названием «Искусственные спутники» ученый ставил по значению на второе место после монографии «Введение в космонавтику», вышедшей двадцатью годами ранее. Сравнивая условия, в которых создавались эти две книги, Штернфельд говорил: «Когда я писал „Введение в космонавтику“, я мог основываться только на вере в осуществление своей мечты, подтвержденной научным расчетом. Совершенно другая атмосфера окружала меня теперь. Это была атмосфера триумфа. Триумфа человеческой мысли, науки и техники, а вместе с тем и триумфа моего собственного, моих космонавтических идей, ради осуществления которых я столько лет боролся. Хотя и не люблю громких слов, все-таки хочется сказать, что над этой книгой я трудился с настоящим энтузиазмом. В нее вошло многое из того, что у меня накопилось и что ранее безапелляционно отвергалось издательствами. Здесь представлены мои собственные концепции будущих экспериментов, затронуты почти все аспекты космонавтики...» [210, с. 195].

Книга «Искусственные спутники» во многом перекликается с «Введением в космонавтику». Прежде всего в ней суммированы основные знания по всем отраслям космонавтической науки, включая результаты собственных исследований автора. За небольшим исключением, ему принадлежат все приведенные в книге числовые данные. Проблема искусственных спутников рассматривается в широком плане: от запуска простейших орбитальных автоматов до создания обитаемых околоземных станций и межпланетных кораблей. Представление о разностороннем содержании этого труда можно составить по названиям одиннадцати глав книги: законы движения искусственных спутников, движение спутника относительно наблюдателя на Земле, «ракета-стартер» для искусственного спутника, запуск искусственного спутника, сооружение искусственных спутников, человек в мировом пространстве, на борту искусственного спутника, наблюдения искусственных спутников и связь с Землей, спуск на Землю, искусственные спутники тел солнечной системы, использование искусственных спутников.

При всем многообразии рассматриваемых вопросов в книге «Искусственные спутники» четко прослежи-

ваается главная мысль: необходимость и важность космических аппаратов для человеческой деятельности. В первую очередь акцентируется появляющаяся возможность исследования неограниченных пространств в течение длительного времени: «Искусственные спутники будут полезны прежде всего в качестве летающих обсерваторий для наблюдения земной поверхности. На искусственном спутнике можно установить точные приборы, которые автоматически будут вести наблюдения над природными явлениями, происходящими в верхних слоях атмосферы и во Вселенной» [72, с. 252]. Поясняя этот тезис, Штернфельд указывает на следующие задачи, которые могут эффективно решаться при помощи искусственных спутников Земли (ИСЗ), движущихся по различным орбитам: картографирование земной поверхности, измерение альбедо и радиации Земли, уточнение расстояний между континентами и решение вопроса об относительном движении материков, выявление гравитационных аномалий и нахождение полезных ископаемых, уточнение геометрической формы и размеров земного шара, слежение за движением льдов в полярных морях и океанах, лесная противопожарная охрана, океанографические и гляциологические исследования, изучение строения атмосферы, метеорологические наблюдения и прогноз погоды, исследование магнитного поля Земли, изучение микрометеоритов и космической пыли, астрономические наблюдения и т. д. Ученый отметил особую важность стационарных экваториальных спутников и «разновысоких» ИСЗ, движущихся по вытянутым эллиптическим орбитам, исследовал орбиты периодических ИСЗ, появляющихся над одной и той же местностью через определенное время.

Штернфельд описал ряд интересных явлений, которые будут обнаруживаться при наблюдениях ИСЗ. Спутник, движущийся с запада на восток, может постепенно остановиться и начать двигаться вспять, а затем вновь останавливается и возвращается к прежнему движению. Описанное явление может иметь место в случае ИСЗ, запущенного в восточном направлении на высокоэллиптическую вытянутую орбиту. Когда такой спутник находится вблизи Земли, его угловая скорость превышает скорость суточного вращения Земли и спутник представляется движущимся на восток, т. е. в истинном направлении. Когда же он

удаляется от Земли, его угловая скорость становится меньше земной и спутник кажется движущимся вспять.

Книга «Искусственные спутники» вышла в свет в начале 1958 г., непосредственно перед запуском третьего ИСЗ, и 75-тысячный тираж ее быстро разошелся. В том же году она была переведена на английский язык информационно-технической службой военно-воздушных сил США, в ведении которых находилась разработка наиболее мощных американских ракет — баллистических и космических. Специалисты США оценили работу Штернфельда как «чрезвычайно интересную» и «намного более полную по сравнению с многими аналогичными работами» [200, 233]. В 1959 г. книга «Искусственные спутники» под названием «Советская космическая наука» («Soviet Space Science») с подзаголовком «Русский рассказ об искусственных спутниках» вышла тремя повторными изданиями в США и была распространена издателями по всему миру, вызвав новые восторженные отклики. Целиком разделяя мнение ученых и специалистов о книге Штернфельда, лондонская «Таймс» писала: «Это в самом деле первоклассный труд» [230].

Конечно, в таком разностороннем труде, как «Искусственные спутники», специалисты могли бы найти отдельные погрешности. Например, нельзя было согласиться с утверждением автора, что первые спутники должны выводиться на эллиптические орбиты, т. е. с сообщением начальной горизонтальной скорости, превышающей местную круговую, именно по той причине, что круговую орбиту обеспечить очень трудно и, следовательно, лучше иметь избыток скорости для гарантийного существования спутника [72, с. 20]. Дело в том, что к началу космической эры уже существовали достаточно точные системы управления. В немалой степени на приведенный тезис автора повлияли устаревшие представления о продолжительности жизни ИСЗ на разных высотах: это время в действительности оказалось на два порядка больше.

Далее, трудно представить себе, чтобы «путем некоторого усложнения конструкции» можно было отработавшие ракетные ступени «отбрасывать назад наподобие артиллерийского снаряда и использовать таким образом эффект отдачи для увеличения скорости ракеты...» [72, с. 76]. Точно так же представля-



А. Штернфельд с летчиками-космонавтами А. Г. Николаевым и П. Р. Поповичем, 1962 г.

ются необоснованными рассуждения автора о возможности снижения гравитационных потерь скорости при запуске ИСЗ на порядок величины [72, с. 95].

Все эти погрешности, однако, не снижали значения книги «Искусственные спутники», которая благодаря своему содержанию и способу изложения материала явилась ценным пособием для широкого круга лиц, интересующихся космонавтикой, и настоящим учебником для тех, кто вступал в эту область. Ари Абрамович очень дорожил и гордился надписью на экземпляре своей работы: «Большое спасибо за эту чудесную книгу, по которой мы, космонавты, учимся». Ниже следуют подписи А. Г. Николаева и П. Р. Поповича. В том, что эти слова не просто жест вежливости, убеждает высокая степень совпадения параметров орбит для корабля Ю. А. Гагарина — перигей 181 км, апогей 327 км — и одного из «ежесуточных» ИСЗ, рассчитанных Штернфельдом в разделе «Периодические искусственные спутники»: перигей 200 км, апогей 330 км [72, табл. 17]. Об этой орбите автор писал:

«Можно запустить искусственный спутник так, что он будет периодически через определенное время появляться над одной и той же местностью. В этом случае за промежуток времени, в течение которого Земля делает один оборот по отношению к звездам (звездные сутки), искусственный спутник совершит

полное (целое) число обращений и очутится над местностью, над которой уже пролетал на звездные сутки раньше.... Если спутник будет делать в звездные сутки 16 оборотов вокруг Земли, то каждый полный оборот будет длиться 90 звездных минут. Этому количеству звездных минут соответствует 1 час 29 минут 45 секунд обычного (солнечного) времени» [72, с. 68]. (Корабль Гагарина обращался на 25 с быстрее).

Нетрудно показать, что число обращений 16 является максимально возможным для ИСЗ, если не учитывать чисто теоретический случай, когда спутник движется у самой земной поверхности. Данная величина и была принята при планировании полета корабля «Восток». При этом в случае отказа тормозной двигательной установки аппарат возвратился бы на Землю за счет торможения в атмосфере через несколько суток (от 2 до 10), на которые и рассчитывались системы обеспечения жизнедеятельности [260, с. 417].

Эпохальный день 12 апреля 1961 г., когда первый человек поднялся в космос, стал для Штернфельда настоящим праздником. С глубоким волнением он воспринял обращение Центрального Комитета КПСС, Президиума Верховного Совета и Совета Министров СССР к советскому народу, ко всему прогрессивному человечеству:

«Свершилось великое событие. Впервые в истории человек осуществил полет в космос... В этом подвиге, который войдет в века, воплощены гений советского народа, могучая сила социализма... Новую эру в прогрессивном развитии человечества открыла наша страна — страна победившего социализма»¹.

Мысли Штернфельда невольно обращались к тем далеким дням, когда он писал статью для газеты «Юманите». Она завершалась фразой: «Только социалистическое общество откроет путь к освоению космического пространства». На следующий день после полета Гагарина газета французских коммунистов напомнила читателям эти слова, поместив копию фрагмента статьи тридцатилетней давности [207].

С начала 60-х годов деятельность Штернфельда в области космонавтики получает официальное признание. Ученому было крайне приятно, когда в Нанси вспомнили о своем питомце и он был избран почетным

¹ Правда. 1961. 13 апр.



Рис. 13. Диплом лауреата Международной премии Галабера по астронавтике, врученный А. Штернфельду

членом Нансийского ученого общества, основанного в 1828 г. 13 апреля 1961 г. на заседании этого общества был представлен научный доклад Штернфельда, в котором излагались его приоритетные исследования по страницам книги «Введение в космонавтику» [101]. В сентябре того же 1961 г. Штернфельд удостоивается звания доктора наук «хонорис кауза» Нансийского университета.

В следующем году Советское правительство, отмечая большие заслуги ученого, назначает ему персональную пенсию республиканского значения. Вскоре Штернфельд узнал, что стал лауреатом Международной премии Галабера по астронавтике за 1962 г. Он удостоился этой премии, присуждаемой «за личный вклад в прогресс астронавтической науки и техники», вместе с первым космонавтом Ю. А. Гагариным и заместителем председателя Астрономического совета АН СССР А. Г. Масевич. В дипломе, полученном Штернфельдом, он именуется пионером астронавтики.

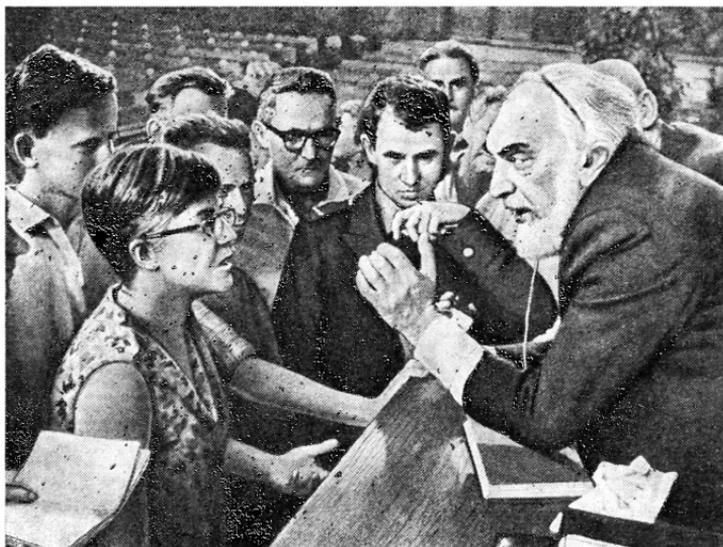
В этот период в личной жизни ученого произошли большие перемены. От неизлечимого заболевания крови умерла его супруга Густава Львовна. Прошло время, и Ари Абрамович женился на Ильзе Наумовне Браун,

работавшей редактором и переводчиком в польской редакции радиовещания. Со временем деловое знакомство двух людей переросло в большую дружбу и искреннюю преданность друг другу. Они стали мужем и женой и прожили вместе 17 лет до самой кончины ученого.

Неудивительно, что Ари Абрамович нашел в Ильзе Наумовне родственную душу. Ведь она тоже родом из Польши, провела юность в Лодзи, посещала ту же гимназию, что его сестры и Густава, и даже училась у тех самых преподавателей, что Ари. Из-за тяжелого материального положения семьи Ильза также вынуждена была зарабатывать, давая уроки отстающим. Продолжая учебу в гимназии, она включается в подпольную революционную работу. С 1927 г. Ильза — член Коммунистического союза молодежи Польши, а с 1930 г., после поступления в Политехнический институт в г. Данциге, становится активным членом компартии Германии. После исключения из института за участие в студенческих волнениях девушка продолжает работать в нелегальном аппарате связи между компартиями Германии и Польши. В 1934 г. в связи с угрозой ареста Ильза Браун по разрешению ЦК Германской компартии приезжает в СССР в качестве политэмигрантки. Здесь самое время сказать, что Ильза Браун — политический псевдоним Барбары Варшавяк, к которому она привыкла больше, чем к имени и фамилии от рождения. До 1941 г. Ильза Наумовна училась в Москве в Архитектурном институте, а с первых дней Великой Отечественной войны была направлена на работу в польскую редакцию Московского радио. Первый муж Ильзы Браун — немецкий коммунист, участник гражданской войны в Испании погиб во время Отечественной войны. Погибли и все ее родные, которые остались в Польше.

Соединившись с Ари Абрамовичем супружескими узами, Ильза Наумовна стала всецело жить его жизнью. Она являлась первым ценителем и редактором каждой страницы, написанной рукой ученого. По этому поводу она даже шутила: «Муж говорит, что ему нужен такой глупый читатель, как я. Если пойму я, то поймет каждый. Так что я и есть тот самый глупый читатель, но склонный к критике». За этим юмором стоят самоотверженная помощь и поддержка, которые были столь необходимы ученому.

Летом 1964 г. Ари Штернфельд с женой и младшей



**А. Штернфельд беседует со слушателями после лекции
в Варшавском университете, 1964 г.**

дочерью вновь посетил Польшу. Здесь его ожидал исключительно теплый прием. Жители Серадза встретили своего земляка хлебом-солью, цветами и песнями. В здании городского совета состоялась встреча представителей общественности с дорогим гостем, которому был вручен диплом почетного гражданина Серадза. Выступление Штернфельда передавалось по радио на всю страну. В своей речи он подчеркнул стремление внести вклад в укрепление дружбы между народами Советского Союза и Польши.

В самой большой аудитории Варшавского университета Штернфельд прочел публичную лекцию под названием «Встреча с „Введением в космонавтику“». Несмотря на время отпусков и июльскую жару, зал с амфитеатром, рассчитанный на 1500 мест, был переполнен. Присутствующие встретили ученого овацией. После окончания лекции выстроилась длинная очередь желающих получить автограф. На следующий день все польские газеты сообщили об этом событии, поместив портрет Штернфельда. В тридцатилетнюю годовщину со дня издания «Введения в космонавтику» Щецинское научное общество опубликовало текст лекции ученого

вместе с фрагментами вышеупомянутого доклада, представленного им ранее Лотарингскому научному обществу, в виде брошюры под названием «По следам космонавтических представлений периода 1929—1936 гг.» [112].

В завершение своего визита в Польшу Штернфельд принял участие в работе XV Международного астрономического конгресса, состоявшегося осенью 1964 г. в Варшаве. Появление ученого в зале, где проходил конгресс, вызвало настоящую сенсацию.

Штернфельд посетил Польшу еще дважды: в 1967 и 1976 гг. Он выступил с лекциями по вопросам космонавтики в Варшаве, Лодзи и Серадзе. Каждый раз ученого глубоко волновала поистине народная любовь, проявление которой он ощущал постоянно.

В 1965 г. Штернфельду исполнилось 60 лет. По случаю этого юбилея в Институте истории естествознания и техники АН СССР состоялось торжественное собрание. Организаторам мероприятия, которые выбрали скромный конференц-зал по просьбе юбиляра, пришлось немало поволноваться: людей собралось столько, что не хватило мест.

Занимавший место в президиуме академик В. П. Глушко зачитал приветственный адрес Академии наук, подписанный М. В. Келдышем, где говорилось: «Ваши труды в области энергетически наиболее выгоднейших траекторий полета в космосе явились значительным вкладом в развитие этой отрасли науки. Вами многосторонне исследованы пути в межпланетном пространстве искусственных спутников различного назначения и космических станций на трассах полетов к небесным телам. Эти работы позволили Вам обосновать направление поисков новых, энергетически наиболее экономных решений вопросов космической навигации и достичь в этой области значительных успехов» [282].

Среди многочисленных поздравлений передали свое приветствие юбиляру организаторы первой мировой выставки по космонавтике 1927 г. О. В. Холопцева, А. С. Суворов, З. Г. Пятецкий. Трогательным было поздравление от пионеров школы № 1137 г. Москвы, с которыми ученый поддерживал тесные отношения.

В том же 1965 г. Академия наук присудила Штернфельду ученую степень доктора технических наук «хонорис кауза». До него лишь 11 человек удостоивались этой высокой чести. За присуждение степени проголо-



Рис. 14. Диплом доктора технических наук «хонорис кауза» АН СССР, врученный А. Штернфельду

совали 24 из 25 членов Отделения физико-технических проблем энергетики АН СССР.

70-летний юбилей ученого был торжественно отмечен под куполом Московского планетария. На звездном небосводе появились летящие космические аппараты, улыбающееся лицо Ари Абрамовича и число 70. Сам он восседал в кресле, окруженный морем цветов. О жизни и научной деятельности Штернфельда рассказал собравшимся профессор В. В. Белецкий, знавший юбиляра на протяжении ряда лет. От имени Академии наук СССР к Штернфельду обратился академик-секретарь Отделения механики и процессов управления,

председатель «Интеркосмоса» Б. Н. Петров. Прибывший из Польши Г. Ремба передал ученому горячий привет от рабочей Лодзи. С сердечными словами выступил первый секретарь посольства ПНР Е. Восковский. Присутствующие с вниманием выслушали ответную речь юбиляра.

Незадолго до этого события, в конце 1974 г., издательство «Наука» выпустило в свет второе издание монографии Штернфельда «Введение в космонавтику», на обложке которого изображена обходная траектория, рассчитанная ученым на заре космонавтики. Книга была переиздана по решению Отделения механики и процессов управления АН СССР, которое уполномочило члена-корреспондента Т. М. Энеева выступить в роли научного редактора. Академик В. П. Глушко написал вступительное слово, в котором отмечалось, что «Введение в космонавтику» явилось выдающимся событием в 30-х годах и что переиздание монографии «следует приветствовать, так как этот интересный труд содержит ряд приоритетных идей» [178, с. 8]. О том, что по прошествии почти сорока лет книга Штернфельда не потеряла научной значимости, свидетельствует аннотация к ней: «Издание рассчитано на специалистов в области ракетно-космической техники, а также на историков космонавтики». При подготовке к переизданию автор счел необходимым снабдить текст примечаниями и обширными комментариями. В них нашли отражение вопросы, которыми ученый интересовался в последние годы.

В научном плане деятельность Штернфельда в этот период можно охарактеризовать как разработку ряда проблем, которыми он занимался ранее и которые, по его мнению, выдвигаются на повестку сегодняшнего дня. В первую очередь речь идет об исследованиях Солнца с близкого расстояния. Штернфельд полагал, что современная космическая техника вполне способна разрешить эту задачу при условии полета автоматического солнечного зонда по обходной траектории [220]. Ученый считал, что после того, как человечество сделало первые шаги в космосе, ближайшим поколениям предстоит расширять масштабы начатых исследований в пределах Солнечной системы [222]. В процессе этой деятельности настанет время систематического, глубокого изучения небесных тел, наступит эпоха полетов человека к Марсу, Венере и другим планетам. Вообра-

жение ученого рисует орбитальные корабли, которые, двигаясь по околосолнечным орбитам с большим эксцентриситетом, обеспечивают постоянную связь между Землей и планетами. Что касается полетов к ближайшему небесному телу, то Штернфельд убежден, что «со временем можно будет отправляться на Луну ежедневно, через день или даже ежедневно» благодаря «космическим такси», курсирующим непрерывно между Землей и Луной подобно безостановочному лифту-патерностеру [123, с. 226—231].

Занимаясь на протяжении многих лет проблемами космонавтики, Штернфельд в полной мере осознал важность освоения новых источников энергии, более мощных, нежели химическое топливо. Еще в 1949 г. он утверждал: «Не будет преувеличением, если мы скажем, что ни в какой другой области атомная энергия не нужна в такой мере, как в технике космического полета» [33, с. 124]. Данное высказывание получило особенно вескую аргументацию после открытия Штернфельдом явления скачкообразного (в 4—5 раз и более) сокращения длительности экспедиций с посещением планет при увеличении начальной скорости полета сверх некоторых определенных величин, которые могут быть достигнуты лишь при использовании ядерных ракетных двигателей. Эта тема получила освещение в ряде научных и научно-популярных статей, опубликованных Штернфельдом в разное время (см. с. 125). В плане предстоящего овладения новыми источниками энергии ученый продолжал заниматься идеей использования космических аппаратов для непосредственного изучения комет [121, 124, 133].

Рассуждая о перспективах, связанных с освоением ядерной энергии в ракетно-космической технике, ученый выражал мысль, что наступит новая эпоха в развитии космонавтики:

«До сих пор совершило полеты в космос около сотни человек². Однако если взглянуть в будущее, причем не слишком далекое, то перед нашими глазами откроется картина совсем другая: по мере усовершенствования ракетной техники скорость истечения газов из сопла будет постепенно увеличиваться. Когда в атомной ракете она достигнет, например, 15 и более кило-

² Эти слова написаны в 1980 г. По состоянию на 1 января 1987 г. в космосе побывало 199 человек.

метров в секунду, вопрос уменьшения перегрузок перестанет вызывать озабоченность конструкторов ракет, ибо тогда можно будет продлить время взлета и значительно уменьшить перегрузки, испытываемые космонавтами...

И тогда все люди без предварительной тренировки и без ущерба для здоровья смогут в течение получаса работы двигателя переносить увеличенный всего на 50% вес своего тела. А в таких условиях космическая ракета может приобрести достаточную скорость для достижения любой планеты Солнечной системы. При этом отпадает даже необходимость применять составную ракету.

Атомная ракета может также уменьшить перегрузку во время спуска на Землю...

Из всего этого вытекает, что со временем космическое путешествие будет доступно всем» [136, с. 88].

В течение ряда лет Штернфельд неоднократно принимался за книгу, которую он назвал «Занимательная космонавтика». Эта научно-популярная работа, рассчитываемая на широкий круг читателей, должна была стать увлекательным рассказом об основах космонавтики. Автор намеревался построить сюжет на наиболее ярких, часто на первый взгляд парадоксальных явлениях, которые он подметил и описал в своих книгах и многочисленных статьях, публиковавшихся на протяжении десятков лет³. Дополнительно к «парадоксам» ракеты, приведенным в главе четвертой, рассмотрим некоторые из космических «парадоксов» Штернфельда.

Представим себе межпланетный аппарат, стартующий с промежуточной эллиптической орбиты ИСЗ, и зададимся вопросом: где выгоднее включать двигатель — в апогее или в перигее первоначальной орбиты? «Земная» механика движения подсказывает ответ: в апогее, поскольку подъем на высоту от перигея до апогея сопряжен с затратами энергии (и действительно, скорость освобождения от тяготения Земли уменьшается с высотой). Вопреки этому меньший разгонный импульс требуется в перигее [113]. Конкретный расчет для случая промежуточной орбиты с высотой в перигее 319 км ($1/20$ земного радиуса) и в апогее 12 756 км (2 земных радиуса) дает следующие значения разгонного импульса

³ В 1987 г. эти статьи, систематизированные Т. Л. Волковицкой, изданы в Польше отдельным сборником [138].

са для достижения скорости освобождения: 1522 и 3171 м/с соответственно [122]. Полученный результат станет понятным, если учесть, что для данной высоты скорость освобождения — величина постоянная, связанная вполне однозначно с круговой скоростью, которая также является постоянной величиной, в то время как при движении по эллиптическим орбитам скорости аппаратов в соответствующих апсидальных точках зависят от геометрических параметров орбит, причем в перигее эти скорости больше, а в апогее меньше соответствующих круговых.

А теперь вообразим, что через всю толщу земного шара проложен центральный туннель (Центон, или Центун), обеспечивающий сверхскоростное сообщение между антиподами. Такое путешествие начинается с падения в бездонный колодезь, длящегося 21 мин 6,5 с, в течение которых достигается центр Земли. При этом аппарат разгоняется до 7,9 км/с, что в точности соответствует скорости спутника, обращающегося у земной поверхности. Затем движение замедляется, и спустя вышеуказанное время аппарат достигает противоположной точки земного шара, обладая нулевой скоростью. Таким образом, все путешествие длится 42 мин 13 с, что равно половине периода обращения низколетящего ИСЗ [125].

Но оказывается, что этим замечательные свойства и полезность Центона не исчерпываются. На основании закона сохранения энергии и квадратичного характера зависимости кинетической энергии от скорости Штернфельд установил, что если в центре Земли аппарату сообщить некоторую добавочную скорость $v_{доб}$, то на выходе из Центона он будет иметь избыток скорости относительно этой величины. Расчет показал, что при $v_{доб} = 3,3$ км/с аппарат приобретет скорость 7,9 км/с и, следовательно, станет искусственным спутником Земли. Достаточно увеличить $v_{доб}$ еще на 2,5 км/с, чтобы аппарат разогнался до 11,2 км/с и вышел из сферы притяжения нашей планеты. При $v_{доб} = 10,5$ км/с аппарат разовьет у поверхности Земли скорость 16,7 км/с и сможет навсегда покинуть Солнечную систему. Таким образом, получается парадокс: земное тяготение способствует полету в космос.

«Хотя этот метод пуска не имеет практического значения, он хорошо разъясняет одну из особенностей механики ракетного полета», — писал о Центоне автор

«Введения в космонавтику» [12, с. 209; 123, с. 149]. В последующие годы Штернфельд неоднократно обращался к этой идее, особенно после того, как известный геолог академик Д. В. Наливкин заявил о реальности сквозного бурения земного шара. Штернфельд вывел десятки формул, по которым рассчитал около полутора тысяч параметров и вычертил многочисленные графики для различных случаев приложения реактивной силы к аппарату, движущемуся в центральном туннеле и туннеле, проходящем на расстоянии от центра Земли [123, с. 234; 143, 144]. Ученый полагал, что такие «обычные» туннели можно было бы со временем переоборудовать в электромагнитные пушки, сообщающие космическим аппаратам скорости в десятки километров в секунду.

Книга «Занимательная космонавтика» осталась в числе неосуществленных замыслов Штернфельда. В последние годы он вынужден был по состоянию здоровья замедлить темп работы, и на все задуманное не хватило ни сил, ни времени.

Глава 8

Исследования в области механики космического полета

Анализ общих закономерностей межпланетных полетов. Межпланетные траектории с возвращением к Земле. Выбор промежуточной орбиты. Космические траектории с предварительным удалением

Главной сферой научных интересов Штернфельда на протяжении всей творческой деятельности являлась механика космического полета. Среди «основных задач космонавтики» ученый выделял «изучение таких траекторий полета, при движении по которым космический корабль будет нуждаться в минимальной затрате топлива» [33, с. 110].

Наука о движении космических аппаратов предполагает в первую очередь установление величин различных скоростей для небесных тел, характеризующих их с точки зрения космонавтики. Пользуясь известными методами небесной механики, Штернфельд рассчитал и привел во «Введении в космонавтику» характерные скорости для Солнца, планет и их спутников. По зна-

чениям орбитальных скоростей планет и параболических скоростей на их поверхности ученый построил затем так называемые космические (астронавтические) профили. Изображенный на рис. 15 в качестве примера космический профиль Земли дает наглядное представление о величинах и взаимосвязи следующих скоростей для нашей планеты (у поверхности): круговой (v_1), освобождения от тяготения планеты (v_2), ухода из солнечной системы (v_3), достижения любой точки эклиптики (v_4) [45]. Штернфельд назвал эти скорости первой космической (астронавтической), второй космической и т. д. — в порядке их возрастания¹.

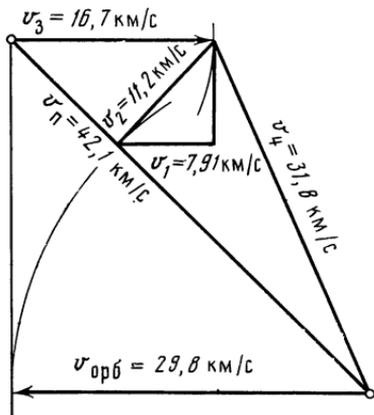


Рис. 15. Космический профиль Земли

С достижением первой космической скорости 4 октября 1957 г. началась эра практической космонавтики: в космосе появился первый искусственный спутник Земли. В январе 1959 г. ракета с автоматической станцией «Луна-1» впервые развила вторую космическую скорость, превратившись в искусственную планету. Наконец, в августе — сентябре 1977 г. двум автоматическим межпланетным зондам «Вояджер» (США) была сообщена третья космическая скорость, вследствие чего они долетят в 1989—1990 гг. до границ Солнечной системы и навсегда покинут ее. С достижением более высоких скоростей связаны новые ступени в развитии космонавтики.

К парадоксам космической навигации Штернфельд относил тот факт, что ракета, обладающая третьей космической скоростью (16,7 км/с), способна улететь в бесконечность, но не может проникнуть в околосолнечное пространство радиусом 30,9 млн км (0,207 а. е. д.).

¹ Эта классификация, принятая в настоящее время, предложена Штернфельдом самостоятельно, независимо от работ Циолковского, который впервые употребил термин «первая космическая скорость» в современном понимании [252, с. 147].

Эта «запретная» зона по размерам в 6500 раз превышает площадь, заключенную внутри орбиты Луны. Чтобы ракета «упала на Солнце», ей нужно сообщить почти вдвое большую, четвертую космическую скорость — 31,8 км/с. Для того чтобы аппарат пролетел в перигелии по касательной к поверхности Солнца, ему следует сообщить несколько меньшую, псевдочетвертую космическую скорость — 29,1 км/с. В этом случае орбита аппарата представляла бы собой сильно сплюснутый эллипс — с размерами полуосей 75,1 и 10,2 млн км [133, с. 42].

В связи с тем что планеты обращаются вокруг Солнца не по кругам, а по эллипсам с неравномерной скоростью, третья и четвертая космические скорости не являются постоянными величинами. Амплитуда их колебания, определяемая продолжительностью местного года, особенно велика для Меркурия. Согласно расчетам Штернфельда, в течение местного полугода (44 земных суток) указанные скорости меняются в пределах 17,5—23,2 и 39,1—59,1 км/с соответственно. Для нашей планеты эти колебания составляют примерно 0,2 и 1 км/с. Конец осени и начало зимы наиболее благоприятны для отлета в просторы Вселенной с любой точки земного шара, поскольку в это время планета проходит через перигелий и третья космическая скорость получается наименьшей. Что же касается запуска зондов к центру эклиптики, то их выгоднее производить на рубеже весны и лета (когда четвертая космическая скорость минимальна) [116, 133, 168].

Аппарат, обладающий третьей космической скоростью, может достичь звезды, находящейся в плоскости эклиптики. Для полета к другим звездам требуются ббльшие скорости. Чтобы достичь любой точки в плоскости, перпендикулярной земной орбите, необходима пятая космическая скорость, которая, согласно Штернфельду, составляет 52,8 км/с. Наконец, при шестой космической скорости — 72,7 км/с — можно совершить полет по параболе в направлении, противоположном орбитальному движению Земли, что означает возможность посылки зонда к любому светилу в произвольный момент времени [208, 221]. Указанные выше скорости для достижения звезд являются теоретически наименьшими, и, как отмечал Штернфельд, соответствующие им сроки перелетов намного превосходят человеческую жизнь.

По мнению ученого, пятая и шестая космические скорости будут иметь практическое значение для изучения комет: станет легко осуществим перехват и сопровождение комет, проходящих мимо Земли. (Возможности современной ракетно-космической техники в этом отношении весьма ограничены. Достаточно сказать, что встреча межпланетных станций «Вега» с кометой Галлея, состоявшаяся в марте 1986 г., происходила при относительной скорости 80 км/с и весь космический эксперимент длился лишь несколько минут.) Штернфельд выдвинул идею изучения кометного ядра с орбиты искусственного спутника. Вследствие небольшой массы центрального тела он должен обращаться с малой скоростью — 10 м/с для самой крупной из наблюдавшихся комет. Ученый показал далее, что существенное изменение (в целях наблюдений) плоскости или высоты орбиты такого исследовательского аппарата не требует больших энергозатрат [65; 72, с. 244].

Указав на перспективы, открывающиеся перед космонавтикой с достижением скоростей в несколько десятков км/с, Штернфельд, однако, уделил главное внимание исследованию сравнительно ограниченных возможностей, связанных с использованием химических ракетных топлив. Именно они составляют и, вероятно, останутся на ближайшие десятилетия энергетической основой космонавтики. Ученый следующим образом определил критерии для оценки получаемых результатов: «При выборе траекторий мы должны исходить из двух основных факторов: величины коэффициента наполнения и величины начальной массы аппарата» [12, с. 131; 123, с. 106]. Этот принципиальный подход определил практическую направленность исследований Штернфельда по механике космического полета. В подтверждение тому сошлемся на монографию «Введение в космонавтику».

Анализируя наиболее выгодные схемы полета к Луне, автор названного труда определил, что при старте с низкорасположенной околоземной орбиты для достижения Луны в перигее требуется скорость 3129 м/с и увеличение этого значения всего на 10 м/с позволяет достичь Луны в апогее. На этом основании Штернфельд заключил, что «путем ничтожного увеличения скорости можно значительно вытянуть эллиптическую траекторию космического аппарата и получить тем самым воз-

можность обозреть освещенную неведомую нам сторону Луны» [12, с. 155; 123, с. 120].

Перейдя затем к проблеме возвращения на Землю, ученый рассмотрел возможность использования атмосферы для торможения аппарата и сделал следующий вывод: «...уменьшение скорости аппарата при прохождении апогея на величину, меньшую 3 м/с, уже может повлечь за собой влет аппарата в земную атмосферу на произвольной высоте. Так как... требуемая начальная (взлетная) скорость $v_{от}$ не может быть отрегулирована сразу с абсолютной точностью, то вполне очевидна необходимость управления аппаратом во время полета» [12, с. 156; 123, с. 121].

Приведенные рассуждения Штернфельда подтвердились на практике в процессе осуществления лунных программ СССР и США.

Анализируя во «Введении в космонавтику» условия перехода от круговых орбит движения космических аппаратов около притягивающего центрального тела к параболическим траекториям, ученый записал формулу для общего случая, когда круговая и параболическая скорости не совпадают по направлению [12, с. 145; 123, с. 115]. Этот случай отражает, например, ситуацию с аварийным спасением экипажа с геостационарного спутника. Подобные операции в космосе становятся темой обсуждения специалистов. По мере повышения энергетических характеристик аппаратов будет обеспечиваться все большая свобода их маневра в космическом пространстве, что позволит применить теоретический материал Штернфельда на практике.

Приведенные выше примеры, иллюстрирующие практическую направленность работ ученого по механике космического полета, легко приумножить.

Опираясь в своих исследованиях на труды предшествующих ученых — пионеров космонавтики, Штернфельд проверил и уточнил известные выводы, развил ранее высказанные положения, внес и разработал ряд собственных идей и оригинальных предложений.

Для характеристики ранних работ ученого является существенным тот факт, что в них явно учитывались такие факторы, влияющие на построение траекторий, как гравитационное поле планеты (гравитационный потенциал), собственное вращение Земли, окружная скорость обращения планеты вокруг Солнца и, наконец, время перелета. Научно-математический аппарат (тер-

минология, рассуждения, формулы), использованный автором «Введения в космонавтику», находится в полном соответствии с современной механикой космического полета. Известный специалист в этой области доктор физико-математических наук В. В. Белецкий, отмечая практическую ценность работ Штернфельда, назвал его ученым, «с чьих трудов начинали мы все учиться звездному делу нашей жизни»². По образному выражению польского ученого М. Суботовича, исследовавшего творчество Штернфельда, «его работы образуют мост между периодом формулирования основных астронавтических концепций и периодом разработки конкретных технических решений» [237, с. 9].

Творческие коллективы, располагающие всем арсеналом современных знаний в сочетании с быстродействующей вычислительной техникой, приумножили классическое богатство пионеров космонавтики и довели его до возможности использования на инженерно-техническом уровне. Практические расчеты космических траекторий включают учет эллиптичности и взаимного, наклона орбит небесных тел, различного рода возмущений в движении космических аппаратов, необходимости и целесообразности коррекций траекторий и т. д. Указанные факторы оказывают существенное влияние на получаемые численные результаты, однако принципиальные выводы и оценки Штернфельда остаются справедливыми.

Выражая мнение научной общественности, Отделение механики и процессов управления АН СССР признало работы Штернфельда «важным вкладом в механику космического полета» [285]. Ниже обсуждаются главнейшие направления исследований ученого, с которыми связаны его основные приоритетные идеи и положения, наиболее важные выводы.

В 1950 г. Штернфельд задался целью проверить гипотезу Казанцева о возможной связи Тунгусской катастрофы 1908 г. с аварией марсианского космического корабля (см. с. 93). В своих рассуждениях ученый принял за исходные предпосылки следующие постулаты механики космического полета: каждой траектории, соединяющей две планеты, соответствует вполне определенная продолжительность перелета и, следовательно,

² См.: Белецкий В. В. Очерки о движении космических тел. М., 1972. Автограф автора. (Архив Штернфельда).

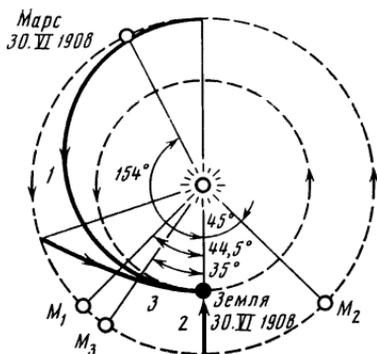


Рис. 16. Возможные траектории перелета Марс—Земля и соответствующие им положения Марса относительно Земли

1 — траектория Гомана; 2 — прямолинейная траектория; 3 — параболическая траектория; M_1 , M_2 , M_3 — расчетные положения Марса в момент приземления гипотетических кораблей при полете по траекториям 1, 2, 3, соответственно

строго определенное расположение планет; по энергетическим соображениям движение любого космического аппарата должно осуществляться в направлении гелиоцентрической скорости планет; наиболее экономичной траекторией межпланетного перелета является эллипс Гомана, касательный к орбитам обеих планет, и все другие маршруты требуют большей скорости отлета космического аппарата.

Перелет Марс—Земля по гомановской траектории (эллипс с эксцентриситетом $e=0,2074$) занимает 259 сут. Следовательно, чтобы прибыть на Землю 30 июня 1908 г., гипотетический марсианский корабль должен был стартовать 15 октября 1907 г. Этой дате соответствует вполне определенное расположение планет, и нетрудно установить, каким оно станет спустя 259 сут. Оказалось, что рассчитанное таким образом положение Марса относительно Земли совершенно не совпадает с наблюдавшимся 30 июня 1908 г. (рис. 16 [79]). Штернфельд определил, что ближайшие к этой дате приземления марсианских кораблей, движущихся по гомановским траекториям, могли бы произойти 18 октября 1907 г. и 24 декабря 1909 г. [153, 154].

Далее ученый выполнил расчеты для ускоренных перелетов по трем типам эллиптических траекторий; 1) касательным к орбите Марса и секущим орбиту Земли; 2) секущим орбиту Марса и касательным к орбите Земли; 3) секущим орбиты обеих планет. При $e=1$ эллипс вырождается в первом случае в прямую линию, а во втором случае в параболу. Соответствующее время перелета составляет 85 и 70 сут. При всех возможных траекториях первоначальный вывод Штернфельда остался справедливым: ни один марсианский корабль

не смог бы приземлиться 30 июня 1908 г. (см. рис. 17 [111]).

Исследуя траектории других перелетов, Штернфельд пришел к следующему важному заключению: «Если... составить расписание возможных отлетов с Земли и с Марса (или Венеры) и спуска на эти планеты, то получится поразительный результат: в этих датах будут перерывы — «мертвые сезоны», в течение которых ни один корабль не сможет отправиться с Земли, например, на Марс и спуститься на эту планету, и, наоборот, нельзя будет ни взлететь с Марса, ни спуститься на Землю» [45].

Данное утверждение, иллюстрируемое рис. 18³, справедливо, как указал Штернфельд, и для всех других планет. Если учесть характер движения этих небесных тел вокруг Солнца, то становится очевидным, что благоприятные даты для межпланетных полетов должны повторяться с регулярностью, примерно равной периоду обращения данной планеты относительно Земли (1,60 лет — для Венеры, 2,13 лет — для Марса).

Хронология запусков автоматических аппаратов к планетам, осуществленных до настоящего времени, свидетельствует, что подмеченная Штернфельдом закономерность навигационных сезонов является важным фактором при планировании межпланетных полетов. Указывая на этот факт, необходимо одновременно заметить, что существующие эллиптичность и взаимное наклонение планетных орбит (не учитывавшиеся Штернфельдом) вносят заметные различия в локальные оптимальные траектории. Строгий расчет показывает, например, что при полетах к Венере в период 70—80-х годов минимальные скорости отлета с промежуточной орбиты (200 км) меняются в пределах 3,51—3,82 км/с, а продолжительность полета охватывает диапазон 107—143 сут. При этом наблюдается достаточно хорошая повторяемость локальных характеристик, совпадающая с периодом великих противостояний Венеры (8 лет). Для Марса указанные характеристики меняются в еще больших пределах (3,43—3,91 км/с и 185—286 сут соответственно), а связь между локальными циклами и периодом великих противостояний (15,8 лет) прослеживается значительно хуже [249, с. 403, 404].

³ Рисунок выполнен А. А. Штернфельдом в 1954 г.

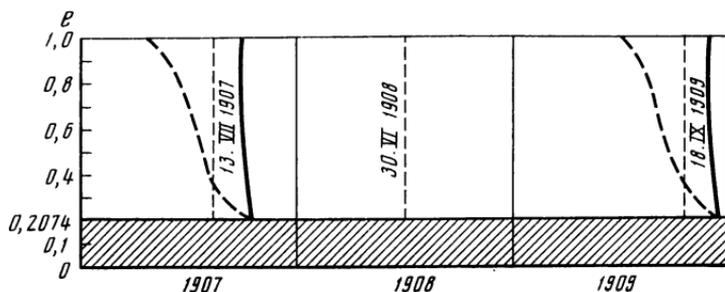


Рис. 17. Возможные даты приземления гипотетических марсианских аппаратов в зависимости от эксцентриситета перелетных эллипсов

Сплошные линии соответствуют траекториям, пересекающим марсианскую орбиту и касающимся земной; пунктирные линии соответствуют траекториям, касающимся марсианской орбиты и пересекающим земную. 13.VII.1907 и 18.IX.1909 — даты противостояний Марса

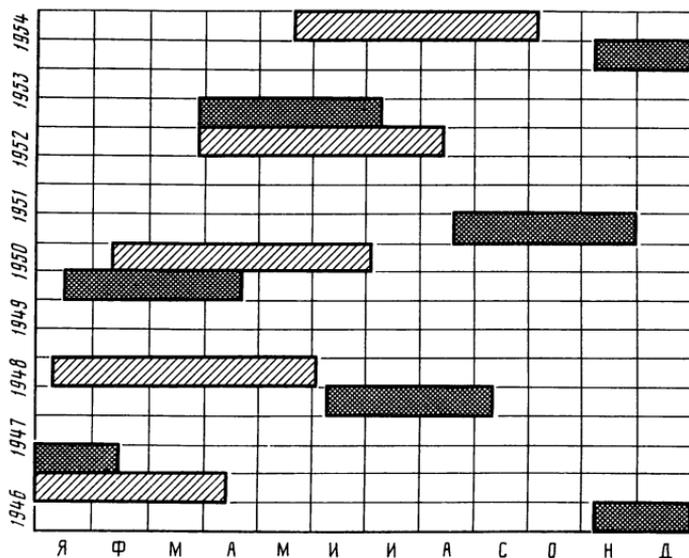


Рис. 18. Навигационные сезоны для полетов Земля—Венера—Земля (заштриховано сеткой) и Земля—Марс—Земля

В поисках оптимальных межпланетных маршрутов Штернфельд исследовал в начале 50-х годов многочисленные варианты перелетных траекторий и убедился в возможности значительного сокращения продолжительности полетов при небольшом увеличении энергетиче-

Таблица 5. Сравнительные характеристики двух траекторий полета к Марсу [61, с. 90]

Характеристика	Гомановская траектория	Сокращенная траектория
Скорость отлета с поверхности Земли, км/с	11,59	11,96
Дата отлета, сутки до противостояния	96,1	89,1
Начальный угол опережения Земли Марсом	44°22'	41°8'
Длина большой полуоси перелетного эллипса, а.е.д.	1,262	1,429
Эксцентриситет перелетного эллипса	0,2074	0,3000
Продолжительность маршрута, сут	258,9	149,4
Протяженность маршрута, млн км	588	385
Угол обращения аппарата вокруг Солнца	180°	119°24'
Дата встречи с Марсом, сутки после противостояния	162,8	60,3
Скорость встречи с Марсом, км/с	5,69	8,67
Угол пересечения аппаратом орбиты Марса	0°	17°1'

ских затрат по отношению к наиболее экономичным, гомановским траекториям. В частности, Штернфельд рассчитал, что при полете на Марс увеличение скорости отлета всего на 3,2% по сравнению с минимальной потребной величиной (11,59 км/с) может сократить продолжительность маршрута на 42%. В этом случае траектория перелета представляет собой эллипс, касательный к орбите Земли и пересекающий орбиту Марса под небольшим углом. Сравнительные характеристики двух упомянутых маршрутов представлены в табл. 5.

Штернфельд указывал, что отмеченная «особенность космических полетов весьма благоприятствует развитию астронавтики» (61, с. 91). Практика подтвердила это мнение: почти все автоматические станции для исследования Марса и Венеры летели по сокращенным траекториям. Дело в том, что в связи с взаимным наклонением планетных орбит полет к указанным планетам по классической траектории Гомана, т. е. в диаметрально противоположную точку другой орбиты, возможен лишь в исключительном случае. Для этого

необходимо, чтобы в момент старта космического аппарата выполнялись одновременно два условия: Земля располагалась на линии пересечения плоскости эклиптики с плоскостью орбиты планеты назначения и конфигурация планет была подходящей для осуществления перелета. На практике рассчитывать на это не приходится, и потому для полетов к Марсу и Венере используются сокращенные траектории, наклоненные под сравнительно небольшими углами к плоскости эклиптики, с угловой дальностью менее 180° . При этом продолжительность перелета может существенно отличаться от классической гомановской.

Автоматическая станция «Венера-3», которая первой достигла другой планеты (1 марта 1966 г.), находилась в пути минимальное время — 105 сут (по сравнению с 146 сут для гомановского перелета). Из марсианских аппаратов меньше других находился в пути «Маринер-7» (131 сут), стартовавший в 1969 г. с космодрома на мысе Канаверал. Близость этого космодрома к экватору дает энергетические выгоды, что позволяет сообщать межпланетным аппаратам избыточную скорость по сравнению с минимально необходимой. В данном случае реализуется в полной мере вывод Штернфельда о возможности существенного сокращения продолжительности полета при небольшом увеличении энергозатрат.

Исходя из того, что «по мере развития техники полета в мировом пространстве скорости космических кораблей будут увеличиваться» [61, с. 84], ученый рассчитал траектории полета к внешним планетам при сообщении аппаратам третьей космической скорости. Расчет показал, что для дальних планет полет по параболе дает внушительный выигрыш во времени (по сравнению с гомановскими траекториями): от 1,6 лет (59,4%) — для Юпитера до 26 лет (57,6%) — для Плутона; соответствующая разница между параболической и минимальной скоростями отлета составляет 17 и 2,4% [61, с. 88, 89]. На основании полученных результатов Штернфельд сделал вывод, что «при полете на верхние планеты эллипсы... будут постепенно удлиняться, пока эллипс не превратится в параболу, касательную к орбите Земли» [61, с. 84]. Данный вывод полностью подтвердился на практике — при посылке в 1977 г. зондов для исследования дальних планет («Вояджер-1», «Вояджер-2»).

С начала 50-х годов Штернфельд выполнил обширный анализ траекторий для осуществления экспедиций на планеты, в первую очередь на Марс и Венеру [159, 160]. В этом случае приходится учитывать не только время в пути, но и время ожидания на планете, которое значительно удлиняет все путешествие. При увеличении начальных скоростей межпланетного корабля таким образом, чтобы полет «туда — обратно» совершался по быстрым симметричным траекториям, ученый выявил интересные закономерности. Вначале он обнаружил, что сокращению времени в пути сопутствует возрастание времени ожидания, в результате чего выигрыш получается небольшим.

Не ограничившись полученным выводом, Штернфельд продолжал постепенно увеличивать скорости отлета (соответственно чему возрастал эксцентриситет перелетных эллипсов), и вдруг при достижении некоторых величин время ожидания скачкообразно упало от максимального значения (равного синодическому периоду обращения планеты) до нуля. При этом продолжительность экспедиций на Марс и Венеру сократилась в пять и более раз по сравнению с величинами, соответствующими гомановским траекториям. При последующем увеличении скоростей отлета время ожидания вновь возрастает. По расчетам ученого, приращение скорости в 0,1 км/с дает космонавтам возможность провести на поверхности Марса 15 ч. Надлежащим увеличением скорости этот срок можно довести до нескольких суток и недель [85, 93, 127, 128, 158].

Описанные закономерности иллюстрируются на рис. 19 [127]. Заметим, что с учетом эксцентриситета и взаимного наклона планетных орбит характер представленных здесь зависимостей усложняется, однако принципиальные выводы Штернфельда остаются в силе. Они станут достоянием практики, когда в космонавтике на смену химическим ракетным топливам придут более мощные источники энергии, позволяющие существенно повысить скорости космических аппаратов. Штернфельд представил подобную ситуацию в научно-фантастических репортажах из будущего, когда скоростной спасательный корабль приходит на помощь экипажу, терпящему бедствие на чужой планете [157, 161, 162].

В процессе поиска оптимальных космических траекторий с возвращением к Земле Штернфельд про-

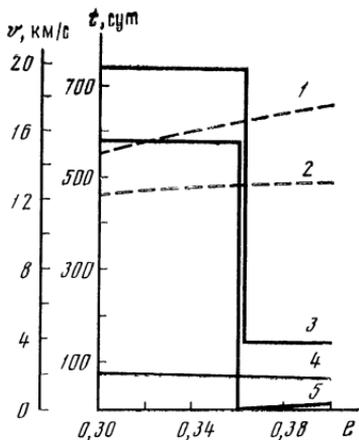


Рис. 19. Явление скачкообразного сокращения длительности экспедиций Земля—Венера—Земля при полете по симметричным эллипсам, касательным к орбите Земли

- 1 — скорость отлета с Венеры;
 2 — скорость отлета с Земли; 3 — продолжительность экспедиции;
 4 — время в пути в один конец;
 5 — время ожидания на Венере

извел многочисленные проектно-баллистические оценки аппаратов для экспедиций на планеты, в первую очередь на Марс и Венеру. В монографии «Введение в космонавтику» ученый использовал следующее простое выражение для начальной массы корабля, стартующего к планете-цели с околоземной орбиты, с последующими посадкой на планете и возвращением к Земле [12, 123, форм. 228]:

$$G_0 = \left[(P_c \vartheta + 2) e \frac{\sqrt{v_{пп}^2 + v_{вс}^2}}{4} + P_c (\vartheta + \Omega) \right] K_H,$$

где P_c — суточное потребление припасов на одного человека, ϑ — время полета к планете, $v_{пп}$ — параболическая скорость для планеты, $v_{вс}$ — относительная скорость встречи с планетой, Ω — время ожидания обратного старта на планете; число 2 в формуле означает, что масса конструкции аппарата оценена в 2 т; число 4 — скорость истечения продуктов сгорания ракетного двигателя в км/с.

Данная формула предполагает также, что посадка на планету производится за счет торможения в атмосфере и не учитывает потерь скорости при взлете.

При всех этих заведомо выгодных допущениях и явно заниженном потреблении припасов (1,3 кг/сут) Штернфельд оценил начальную массу для марсианского корабля с одним космонавтом на борту в 27 т и для венерианского корабля в 78 т. Из этих величин

на «жизненные припасы» приходится от 1,3 до 1 т массы. Учитывая полученные результаты, ученый сделал следующий вывод:

«Подобные путешествия представляются на ближайшее время неосуществимыми вследствие того, что коэффициент наполнения должен быть слишком велик. Для путешествия на другие планеты этот коэффициент настолько огромен, что приводить точные цифры расчетов нет никакого смысла.

Ввиду этого на первых порах придется довольствоваться обозрением планет с более или менее значительных расстояний, не производя на них посадки» [12, с. 159; 123, с. 122].

Логическим следствием данного вывода явился поиск ученым таких эллиптических траекторий, обращаясь по которым космические аппараты могли бы совершать облеты планет и возвращаться к Земле без дополнительного расходования топлива. Штернфельд исследовал два типа траекторий: с автоматическим возвращением через целое и через дробное число лет [12, с. 160—170; 123, с. 123—129]. Выполнение этих условий сводится к выбору надлежащих перелетных эллипсов. Известно, что периоды обращения космических аппаратов, являющихся в данном случае искусственными планетами, определяются размерами больших осей их орбит, а те — величинами гелиоцентрических скоростей выхода из сферы действия Земли.

Для траекторий с возвращением через целое число лет, которые рассмотрены Штернфельдом более подробно, космический аппарат и Земля к моменту встречи (в месте старта аппарата) должны совершить целое число обращений вокруг Солнца. Во «Введении в космонавтику» ученый рассчитал около 100 вариантов подходящих траекторий, касательных к земной орбите, которые обеспечивают возвращение в течение 10 лет и менее (рис. 20). Часть этих искусственных орбит проходит вне сфер действия планет и предназначена для зондирования межпланетного пространства. Очевидно, что периоды обращения для внутренних искусственных планет меньше года, для внешних — больше года.

Минимальный срок возвращения к Земле составляет для первых аппаратов 1 год. Это время соответствует единственному аппарату — с периодом обращения $1/2$ года, поскольку удвоенное время полета к

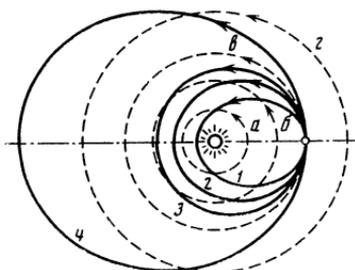
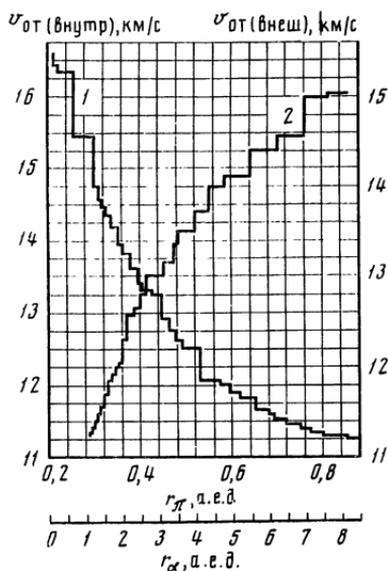


Рис. 21. Некоторые межпланетные траектории с возвращением к Земле через 1—3 года

a, b, c, z — орбиты Меркурия, Венеры, Земли и Марса соответственно

1, 2, 3, 4 — траектории аппаратов с периодом обращения $1/2, 3/5, 3/4, 2$ года соответственно

Рис. 20. Характеристики межпланетных траекторий с возвращением через целое число лет

1 — внутренние орбиты; 2 — внешние орбиты

Солнцу по гомановской траектории составляет 130 сут, что превышает $1/3$ года. Из рис. 21 [72, с. 249] видно, что аппарат, запущенный на полугодовую орбиту, может использоваться для исследования Венеры и Меркурия. В перигелии этот зонд подходит к Солнцу на расстояние 0,260 а.е.д., в то время как Меркурий приближается на 0,310 а.е.д. Следовательно, если осуществить запуск зонда таким образом, чтобы он достиг перигелия одновременно с указанной планетой, то можно наблюдать ее освещенное полушарие с расстояния 7,5 млн км. А поскольку Меркурий обращается с периодом около 3 мес, то в первое время сближения зонда с планетой происходили бы регулярно каждые полгода. Система из четырех таких зондов, запущенных с орбиты Земли с интервалами в 3 мес, обеспечивает постоянное наблюдение за всей поверхностью Солнца [250, с. 351, 352].

Другие внутренние искусственные планеты могут возвращаться к Земле через два, три и большее число

лет, совершив различное число оборотов вокруг Солнца. Например, аппараты с периодом обращения $\frac{3}{5}$ и $\frac{3}{4}$ года вернуться в исходную точку одновременно через 3 года, но первый совершит 5 оборотов, а второй 4. Соответствующие траектории обеспечивают, согласно расчету Штернфельда, минимальные начальные массы для меркурианского и венерианского зондов.

Для внешних искусственных планет с возвращением через целое число лет минимальный период обращения составляет 2 года. За это время аппарат совершит один оборот вокруг Солнца.

Штернфельд рассмотрел различные варианты использования траекторий с возвращением для осуществления попутных десантных экспедиций на планеты. В книге «Искусственные спутники» представлена, например, схема подобного полета к Венере по орбите с периодом обращения $\frac{2}{3}$ года [72, с. 247—249]. Согласно расчету, пилотируемый корабль стартует с орбиты ИСЗ со скоростью, несколько превышающей 4 км/с, и выходит на траекторию, касательную к орбите Земли. Спустя 81 сут полета корабль достигает окрестностей Венеры, где от него отделяется десантный аппарат, совершающий спуск на поверхность планеты. Основной же блок корабля продолжает полет по прежней орбите. В перигелии он подходит к Солнцу на расстояние 0,54 а. е. д. и возвращается к исходной точке на земной орбите через 8 мес после старта. Очевидно, что Земля не успеет подойти к этому месту, а после очередного оборота корабль опоздает к точке встречи и начнет свой третий виток. На этот раз он сблизится с Венерой и примет на борт космонавтов, оставленных для исследований планеты. По завершении третьего оборота корабль встретится наконец с Землей. При этом космонавты возвращаются на Землю (околоземную базу), а корабль может продолжать бесконечное движение в космосе.

Чтобы воспользоваться этим же кораблем для совершения повторной экспедиции, необходимо подождать, пока Земля и Венера не займут прежнего взаимного положения. Поскольку продолжительность венерианского года составляет 0,61521 от земного, то ждать точного повторения прежней ситуации не приходится. Однако Штернфельд подсчитал, что за 8 земных лет Венеры, совершив 13 полных оборотов,

уйдет относительно прежнего своего положения всего на $\sim 1^\circ$ дуги земной орбиты. Столь малое расхождение не явилось бы препятствием для повторения экспедиции.

При оценке вышеизложенных исследований Штернфельда с позиций современной космонавтики следует прежде всего иметь в виду, что возвращение к Земле является одним из главных условий при планировании межпланетных пилотируемых полетов. Распространено также мнение, что познание Солнечной системы невозможно без систематических полетов возвращающихся автоматических станций [259, с. 130]. При этом на Землю могут быть спущены капсулы с научными данными или передана с близкого расстояния накопленная на борту информация. Траектории с возвращением могут оказаться полезными также для испытаний научно-технической аппаратуры, проведения тренировочных полетов и т. д. [255, с. 447, 448].

Широкий круг задач может быть решен при использовании периодических пролетных орбит. Современные расчеты показали, что в случае идеальной реализации такие орбиты сохранялись бы без применения корректирующих импульсов тяги, а для устранения реальных ошибок выведения аппарата на орбиту и случайных возмущений не требуются большие затраты энергии. Так что исследования Штернфельда в области периодических пролетных орбит следует рассматривать как принципиально правильную постановку и решение вопроса. Наряду с этим поиск и расчет конкретных орбит данного класса представляются весьма сложными задачами, которые еще ждут окончательного решения.

Необходимо, в частности, учитывать возмущения траекторий, появляющиеся при пролете сферы действия планет назначения. В результате аппарат уже не встретится с Землей в месте старта, но это может случиться в другой точке орбиты. Меняется также продолжительность маршрута: например, двухгодичный полет Земля—Марс—Земля сокращается примерно на 2 мес [250, с. 378].

К числу перспективных схем облета Марса и Венеры относится вариант, когда аппарат совершает при своем движении относительно Солнца не более одного оборота. При этом осуществление траекторий продол-

жительность около двух лет требует незначительных ($<0,1$ км/с для Марса) либо вообще нулевых (для Венеры) энергозатрат на активный маневр около планеты назначения. Незначительный импульс ($\sim 0,1$ км/с) требуется и в случае облета Венеры по ускоренным траекториям продолжительностью 350—500 сут [259, с. 192, 193]. Возможности облета планет существенно расширяются за счет использования пертурбационных маневров, для чего в траектории вводятся участки облета промежуточных планет.

В заключение отметим, что ряд конкретных траекторий из многочисленных вариантов, рассчитанных Штернфельдом в начале 30-х годов, оказался весьма близким к реализованным на практике. Первые советские и американские искусственные планеты «Луна-1», «Венера-1», «Марс-1», «Пионер-4», «Пионер-5», «Рейнджер-3» запущены в 1959—1962 гг. на гелиоцентрические орбиты, которые с точностью 98—100% совпадают с траекториями из «Введения в космонавтику» [123, с. 230, 231].

Исследование проблемы полета в мировое пространство привело пионеров космонавтики к выводу о целесообразности создания искусственного спутника Земли, который служил бы своего рода пересадочной станцией для дальних полетов, неосуществимых при взлете непосредственно с земной поверхности по энергетическим соображениям. Развивая эту идею, Штернфельд писал во «Введении в космонавтику»:

«Для реализации путешествия „по этапам“ вовсе не обязательно создание постоянного искусственного спутника.

Для указанной цели можно отправить космическую ракету в полет сначала по круговой или эллиптической орбите вокруг Земли, затем, доставляя к ней с помощью вспомогательных ракет необходимые материалы, пополнить ее полезную нагрузку, заправить баки топливом, произвести, если нужно, соответствующие изменения в конструкции и направить полет к намеченной цели» [12, с. 150; 123, с. 117].

Пользуясь простыми соотношениями, ученый рассчитал ряд величин, характеризующих межпланетные полеты, для случаев старта аппарата непосредственно с поверхности Земли и с околоземной круговой орбиты высотой 200 км. Полученные результаты (табл. 6) явились убедительным аргументом в пользу промежуточ-

Таблица 6. Некоторые характеристики межпланетных полетов [12, 123, табл. 20]

Цель полета	$v_{от}$, км/с (с земного полюса)	$v_{от}$, сп *, км/с	K_n , сп * (при $c =$ $= 4$ км/с)	Время полета, год
Меркурий	13,501	6,181	4,69	0,289
Венера	11,482	3,505	2,40	0,400
Марс	11,588	3,613	2,47	0,707
Юпитер	14,242	6,308	4,84	2,731
Сатурн	15,209	7,278	6,17	6,048
Уран	15,896	7,971	7,34	16,038
Нептун	16,164	8,241	7,85	30,616
Плутон	16,278	8,356	8,08	45,490

* сп — старт с промежуточной спутниковой орбиты

ного старта: минимальные скорости отлета ($v_{от}$) снижались вдвое и больше, благодаря чему необходимые характеристики аппарата (параметр K_n) становились реально достижимыми.

Штернфельд впервые указал на энергетическую целесообразность старта именно с низкорасположенных околоземных орбит.

«Основная ценность близкого к Земле искусственного спутника,— писал ученый,— заключается в том, что для полета к нему нужна небольшая начальная скорость. Другое преимущество состоит в возможности взлета со спутника под желаемым углом к земной орбите со скоростью $v_{от}$, параллельной касательной скорости спутника, и притом почти в любой момент...

В последующих расчетах мы будем предполагать, что при всех намечаемых путешествиях с Земли взлет совершается с поверхности искусственного спутника, обращающегося на расстоянии 200 км с соответствующей этой высоте скоростью 7,791 км/с. На этом расстоянии сопротивление воздуха можно считать отсутствующим» [12, с. 149, 150, 152].

Относительно использования в качестве промежуточной базы Луны — идеи, выдвинутой рядом ученых и весьма часто повторяемой в современных публикациях для массового читателя, Штернфельд высказался недвусмысленно отрицательно: «К сожалению, наш естественный спутник — Луна — по ряду причин не может в этом отношении быть очень полезным: во-первых,

расстояние до Луны велико и это потребует большой скорости взлета с Земли; во-вторых, большое время обращения ее вокруг Земли не всегда дало бы возможность использовать ее скорость для отлета на планеты; в-третьих, отсутствие на ней атмосферы вызывает необходимость расхода топлива при посадке, а высокий потенциал обуславливает сравнительно большую взлетную скорость» [12, с. 149; 123, с. 117].

В подтверждение вышеизложенных позиций Штернфельд ссылаясь впоследствии на выполненный им расчет, согласно которому полет на Марс с использованием промежуточной низкой околоземной орбиты потребовал бы меньшей суммарной скорости, чем один только перелет на Луну [72, с. 285]. Подобным же образом ученый обосновал несостоятельность предложений ряда авторов о промежуточном старте с высокорасположенных орбит для полетов на Луну и планеты. В частности, было указано на явную непригодность для этой цели геостационарных ИСЗ [72, с. 276, 277]. Это утверждение особенно справедливо для средних широт, в которых располагаются советские космодромы.

Вопрос о промежуточной орбите стал актуальным с первых лет космической эры. В 1959 г. Отделением прикладной математики АН СССР (Д. Е. Охотимский, Т. М. Энеев) совместно с ОКБ С. П. Королева были начаты исследования, в результате которых выяснилось, что при установке на ракету-носитель «Спутник» третьей ступени становится возможным достижение ближайших планет — Венеры и Марса. Однако при старте с территории СССР движение космической ракеты на активном участке должно было совершаться под большими углами к горизонту, что приводило к существенным гравитационным потерям скорости.

При существовавшем тогда расположении планет полет на Марс в ближайшие годы занял бы свыше 10 мес, и в момент встречи с планетой автоматическая станция находилась бы на расстоянии свыше 320 млн км от Земли. Уровень космической техники конца 50 — начала 60-х годов не позволял рассчитывать на успех полета при таких условиях. Добавление к ракете-носителю еще одной, четвертой ступени мало что меняло, так как с увеличением длительности активного участка приходилось еще больше увеличивать угол наклона траектории.

Проблема разрешалась при выведении космического аппарата на межпланетную траекторию с промежуточной околоземной орбиты. Для достижения этой круговой орбиты высотой 180—200 км использовалась трехступенчатая ракета, а через несколько часов пассивного полета предусматривался доразгон полезного груза с помощью четвертой ступени. При таком способе угол наклона оси ракеты-носителя к местному горизонту может быть небольшим, причем его можно регулировать программой работы двигателя четвертой ступени.

В результате гравитационные потери получались минимальными и космический аппарат приобретал скорость, обеспечивавшую сближение с Марсом на первом же полувитке гелиоцентрической орбиты аппарата. Кроме того, становилось возможным увеличить массу полезного груза более чем вдвое.

Аналогичные результаты были получены также для полетов к Венере и Луне. Расчеты показали, что старт с промежуточной орбиты можно производить в течение суток дважды — после сравнительно короткого или более протяженного пассивного участка полета. Что же касается полетов к Луне, то их становилось возможным осуществлять с одинаковыми энергозатратами в любой день месяца, независимо от положения небесного светила.

Начиная с автоматической станции «Венера-1» (1961 г.) промежуточная орбита используется во всех схемах выведения космических аппаратов на траектории полета к планетам и к Луне. Использование промежуточной орбиты энергетически выгодно и для запуска ИСЗ на орбиты с большим расстоянием апогея и заданным его положением в пространстве (например, спутники «Молния», «Прогноз»), а также для выведения ИСЗ на стационарные орбиты с космодромов, не расположенных на экваторе.

Выбор ученым промежуточной орбиты высотой 200 км совпадает также с современными представлениями об орбите ожидания, формируемой при осуществлении операций сближения и стыковки космических кораблей. Следует только иметь в виду, что сопротивление атмосферы на такой высоте все же присутствует и определяет конечное время существования аппарата на орбите. К последнему замечанию необходимо также добавить, что вопрос о форме ИСЗ,

который Штернфельд полагал второстепенным, в действительности является важным, поскольку следы атмосферы встречаются практически на всех высотах полета. Так что форма спутника оказывает заметное влияние на время его существования. Данный вопрос также связан с расходом рабочего тела (топлива) на коррекцию орбиты и стабилизацию аппарата, причем расходуемая масса значительна для длительного времени существования.

Безусловной выгодой промежуточной орбиты порядка 200 км является возможность секционирования космического аппарата на отдельные блоки в предположении сборки на орбите. Этот вопрос представляется актуальным в свете будущих экспедиций на Марс. Напротив, представляется не вполне очевидным другое предложение автора «Введения в космонавтику»: об использовании астероидов или искусственных промежуточных станций, обращающихся на гелиоцентрических эллиптических орбитах, для полетов в области, близкие к Солнцу [12, с. 150; 123, с. 117]. Подобные базы не дают энергетических преимуществ по сравнению с околоземными, и, кроме того, их обслуживание было бы связано с большими трудностями.

А теперь мы рассмотрим космические траектории с предварительным удалением в их первоначальном виде, разработанном Штернфельдом для полетов к центральному светилу, например для полета к Солнцу с орбиты Земли.

«Характерным для этих траекторий является то, что при желании совершить полет от какой-либо орбиты, отстоящей на расстоянии r_n от центрального светила... в точку, отстоящую от него на расстоянии r_n , полет совершается не непосредственно к избранной цели, но после удаления от центрального светила на r_a , а затем уже направляясь к намеченной точке, причем такой способ применяется в том случае, когда отношение r_n/r_n меньше известного предела, который мы укажем ниже.

Оказывается, что хотя при полете указанным способом длительность путешествия и величина пройденного пути значительно больше, но начальная масса аппарата и коэффициент наполнения, вообще говоря, могут иметь меньшую величину, чем при непосредственном полете к цели...» [12, с. 170, 171; 123, с. 129].

Эти слова из «Введения в космонавтику» иллюстрирует авторский рисунок (рис. 22), дополненный нами векторами скоростей, которые необходимо сообщить космическому аппарату при полете по траектории Гомана (Δv_r) и по обходной траектории Штернфельда ($\Delta v_{от}$ и $\Delta v_{от,\alpha}$). Окружная скорость небесного тела, с которого совершается полет, обозначена $\omega_{кр,п}$.

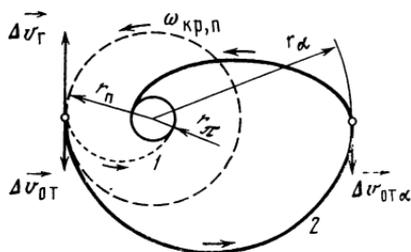


Рис. 22. Полет к центральному светилу по траекториям Гомана (1) Штернфельда (2)

Как видно, траектория Штернфельда является биэллиптической, состоящей из двух сопряженных полуэллипсов Гомана. В отличие от полета по прямой траектории, когда аппарату сообщается один тормозной импульс, в случае обходной траектории этот импульс заменяется разгонным, после чего следует второй, уже тормозной импульс, прилагаемый в апоцентре переходной орбиты. Величины этих импульсов определяются следующими формулами [12, 123, формулы 222, 244, 246]:

$$\Delta v_{от} = \sqrt{\omega_{кр,п}^2 \left(\sqrt{\frac{2r_\alpha}{r_\alpha + r_\pi}} - 1 \right)^2 + v_\pi^2},$$

$$\Delta v_{от,\alpha} = \omega_{кр,п} \left(\sqrt{\frac{2r_\pi^2}{(r_\alpha + r_\pi)r_\alpha}} - \sqrt{\frac{2r_\pi r_\pi}{(r_\alpha + r_\pi)r_\alpha}} \right).$$

Сумма двух данных скоростей становится меньше Δv_r с увеличением r_α и с уменьшением r_π , что иллюстрируется рис. 23, на котором представлены графически результаты расчетов, сделанных Штернфельдом без учета влияния силы тяжести планеты отправления. Частному случаю полета по траектории Гомана здесь соответствует условие $r_\alpha/r_\pi=1$ (ось ординат графика).

Учет поля тяготения планеты старта существенно уменьшает величину перигея, начиная с которого об-

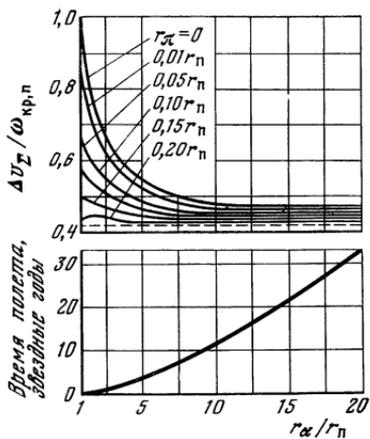


Рис. 23. Характеристики полета к центральному светилу по обходной траектории

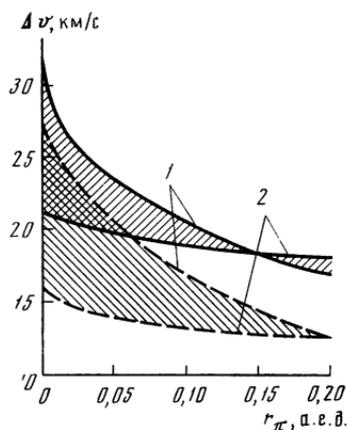


Рис. 24. Сравнение скоростей для полета с Земли к Солнцу по траекториям Гомана (1) и Штернфельда (2) для $r_\alpha = 5,604$ а.е.д. Пунктирные линии в отличие от сплошных не учитывают поле тяготения Земли

ходная траектория становится выгоднее классической. С целью получения конкретных числовых данных для сравнения этих траекторий Штернфельд рассчитал полеты космических аппаратов с Земли к Солнцу для обоих случаев. При этом им была выбрана обходная траектория, пересекающая орбиту Юпитера и обеспечивающая автоматическое возвращение к Земле спустя шесть лет; значение r_α получилось равным 5,604 а.е.д. Результаты расчетов представлены на рис. 24 [169].

Выше указывалось, что космический аппарат, летящий по обходной траектории, будет находиться в пути значительно дольше, чем при полете по классической траектории. В рассмотренном конкретном примере эта разница во времени составляет 20–30 раз (около 5,5 лет вместо 2–3 мес). Штернфельд полагал, что данное обстоятельство может быть использовано с большой выгодой для всестороннего исследования межпланетных пространств. При той невысокой норме потребления для космонавтов, которую принимал в расчеты ученый в 30-х годах, он получил значительное снижение начальной массы даже для пилотируемых кораблей в случае их полета к Солнцу по

обходной траектории [12, с. 179; 123, с. 130—133].

Вышеизложенные идеи Штернфельда были представлены 12 февраля 1934 г. Французской академии наук в докладе под названием «О траекториях, позволяющих приблизиться к центральному притягивающему телу, исходя из определенной кеплеровской орбиты» [6]. Об этой научной работе, опубликованной вскоре в выпусках Академии, с похвалой отозвались Оберт и Гоман.

«С большой благодарностью подтверждаю получение Вашего интересного исследования, которое мне очень понравилось», — писал Оберт в письме Штернфельду от 22 марта 1934 г. [263]. Тем же числом датирован доброжелательный отзыв Гомана: «Выражаю искреннюю благодарность за то, что Вы любезно прислали мне Вашу интересную работу о наивыгоднейших кеплеровских траекториях для достижения областей, близких к центральному небесному телу» [264]. Эти слова немецкого ученого, выполнившего фундаментальные исследования космических траекторий, были признанием научного вклада Штернфельда в данную область космонавтики.

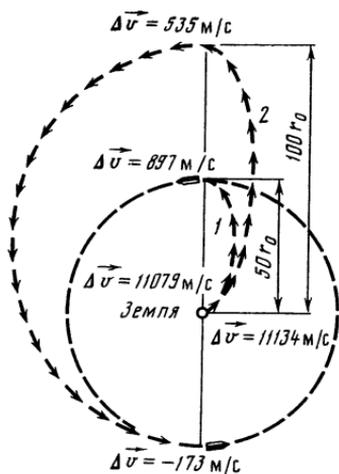
Анализируя «парадоксальные» траектории, их автор обнаружил, что скорость возвращающегося аппарата относительно планеты старта может существенно превысить сообщенный ему суммарный импульс. При этом в определенных случаях кинетическая энергия возвращающегося аппарата может превзойти термодинамическую энергию начального запаса ракетного топлива. Чтобы получить выигрыш в скорости, необходимо выполнить условие

$$v_{\alpha} < \Delta v_{\text{от}}, \alpha \leq 2v_{\alpha},$$

где v_{α} — скорость аппарата в апоцентре переходной орбиты. Тогда космический аппарат сообщением тормозного импульса переводится на траекторию, встречную по отношению к разгонной, и пересекает орбиту планеты старта под углом навстречу вектору орбитальной скорости; при этом относительная скорость движения аппарата получается высокой.

Конкретные расчеты, выполненные Штернфельдом для старта с Земли, показали, что при сообщении аппарату суммарной скорости 25 км/с он может пересечь земную орбиту на возвратной траектории с относительной скоростью 70 км/с и что максимальный

Рис. 25. Двухимпульсная (1) и трехимпульсная (2) траектории запуска ИСЗ на круговую орбиту, расположенную в районе Луны



теоретический выигрыш в скорости достигает 56 км/с [86, 130, 148]. На этом основании ученый предложил использовать траектории с предварительным удалением для экспериментального изучения проблем входа космических аппаратов в атмосферу Земли с очень высокими скоростями, недостижимыми для обычных траекторий.

При этом, однако, следует учитывать фактор времени, сопутствующий «парадоксальным» траекториям.

Начав исследование энергетически выгодных траекторий полета к Солнцу, Штернфельд развил и обобщил полученные выводы для случая перелета с орбиты искусственного спутника на центральную планету, а затем запуска на орбиту спутника планеты и, наконец, для переходов между орбитами. Результатом этих обобщений стала трехимпульсная, биэллиптическая траектория перехода, называемая в современной механике космического полета именем Штернфельда.

Сущность такого межорбитального маневра поясняет рис. 25 из книги «Искусственные спутники Земли». Как видно, запуск ИСЗ по двухимпульсной траектории осуществляется из перигея начальной орбиты (нулевой околоземной) в апоцентр переходной эллиптической орбиты при помощи разгонного импульса (11 079 м/с), который в указанной точке дополняется другим разгонным импульсом (897 м/с), формирующим конечную круговую орбиту. При запуске по трехимпульсной траектории аппарату первоначально сообщается больший разгонный импульс (11 134 м/с), уводящий его на удаленную переходную орбиту, в апоцентре которой прилагается существенно меньший разгонный импульс (535 м/с) с целью перевода аппарата на вторую переходную орбиту, касательную к конечной в их общем перигентре, где аппарату

сообщается заключительный тормозной импульс малой величины (173 м/с). В приведенном конкретном примере трехимпульсный маневр дает выигрыш (по сравнению с двухимпульсным, гомановским) в необходимой суммарной скорости немногим более 1%. С увеличением апогея обходной траектории эта величина возрастает, и теоретически она может достигать 8% [72, с. 103].

Штернфельд определил, что трехимпульсный маневр является оптимальным, если отношение радиусов конечной и начальной орбит (r_k/r_n) превышает величину 11,9; при меньших значениях оптимальным является двухимпульсный маневр [72, с. 103]. Более поздние исследования, выполненные в развитие идей Гомана и Штернфельда, показали, что при $r_k/r_n < 11,94$ оптимальным является двухимпульсный маневр, а при $r_k/r_n > 15,56$ экономичнее трехимпульсный. В промежуточной области выгодность того или другого маневра определяется величиной отношения r_n/r_a [248, с. 146, 147].

Выводы, сделанные пионерами космонавтики, обобщены современными учеными для перехода между компланарными орбитами со свободными взаимной ориентацией и временем перехода. Показано, что любой многоимпульсный апсидальный маневр между эллиптическими или круговыми орбитами может быть сведен к трехимпульсному при условии, что максимальный из радиусов промежуточных апоцентров превышает радиусы апоцентров орбит, между которыми совершается переход [256, с. 180].

Наряду с переходами между компланарными орбитами в практике часто используются пространственные маневры, например при выведении стационарных ИСЗ. Исследования показывают, что и для таких случаев существуют области оптимального использования трехимпульсных маневров. Обобщение плоского решения Штернфельда на случай перехода между некомпланарными, свободно ориентированными орбитами предполагает сообщение импульсов в тех же апсидах, но под некоторыми углами к плоскостям орбит. При этом по сравнению с плоским переходом область оптимального использования трехимпульсных маневров в данном случае расширяется [181, с. 77].

Расчет показывает, например, что вывод стационарного ИСЗ с космодрома Байконур по трехимпульс-

ной схеме при $r_\alpha = 400\,000$ км требует затрат скорости на ~ 290 м/с, или $\sim 6\%$, меньших, чем при обычной двухимпульсной схеме, а время выведения оказывается вполне приемлемым — около 11 сут. Теоретически минимальным энергозатратам соответствует трехимпульсный маневр с $r_\alpha \rightarrow \infty$. При этом дополнительная экономия суммарной характеристической скорости получается небольшой — около 50 м/с, а время маневра увеличивается до бесконечности, что исключает практическую полезность данной траектории [256, с. 188]. Это как раз тот случай, когда длительность маневра становится наряду с энергозатратами важным фактором, хотя, вообще говоря, в практике межорбитальных перелетов ограничение по времени не налагается.

Недавние исследования показали, что введение этого ограничения при снятии верхнего ограничения на расстояние приводит к заметному изменению геометрической формы траектории по сравнению со штернфельдовской: начала векторов импульсов смещаются от апсидальных точек, и эти векторы располагаются под некоторыми углами к векторам скорости. Тем не менее по энергетической характеристике обе траектории получаются чрезвычайно близкими между собой: разница в значениях характеристической скорости не превышает 1% при $r_\kappa/r_n \leq 100$. Таким образом, и в этом случае оптимальный переход хорошо моделируется апсидальной трехимпульсной траекторией [181, с. 77, 79].

Подводя итог вышеизложенному, сошлемся на авторитетное мнение советских ученых в области космонавтики Т. М. Энеева и В. В. Ивашкина, которые считают, что «идеи трехимпульсных решений А. А. Штернфельда оказались чрезвычайно плодотворными и органически вошли в современную механику космического полета» [181, с. 79].

Исследования по истории ракетной техники

Интерес Штернфельда к истории ракетной техники проявился с началом его работы в 1927 г. над планом диссертации по проблеме межпланетных сообщений. Этот интерес предопределился стремлением будущего диссертанта изучить все, что было сделано в области техники, имеющей непосредственное отношение к космонавтике. Будучи ученым широкого мышления, Штернфельд рассматривал возможность полета в космос как определенный этап в развитии познания, подготовленный всем предшествующим опытом. Во «Введении в космонавтику» он писал: «На протяжении нескольких столетий целая плеяда ученых... вносила свой вклад в науку, которую мы теперь называем космонавтикой...» [12, с. 3; 123, с. 9].

В упомянутой монографии содержится глава «История ракет», небольшая по объему, но емкая по содержанию. Здесь со ссылкой на римского поэта Клавдия Штернфельд утверждает, что ракеты применялись для устройства фейерверков в Милане еще в 399 г. Ученый полагал также, что сочинение Льва Философа свидетельствует о его тайных занятиях ракетами около 880 г. Однако большинство современных историков техники сходятся во мнении, что ракеты появились около X в. в Китае, через 200—300 лет после изобретения черного (дымного) пороха, основными компонентами которого являются нитрат калия, древесный уголь и сера.

Позднее ракеты стали известны в Индии, арабских странах, а затем и в Европе. Как явствует из «Введения в космонавтику», в парижских библиотеках Штернфельд разыскал относящиеся к XIII в. арабский манускрипт, а также рукописные работы Бэкона (1260 г.) и Альберта Великого (1265 г.), в которых встречаются сведения о пороховых ракетах. Исследователь обратил также внимание на книги Кизера и Фонтаны, появившиеся в начале XV в. В первой из них упоминаются три типа ракет: вертикально взлетающая, движущаяся по водной поверхности и перемещающаяся по канату. Здесь же изображен пуск ракеты со специального стан-

ка. Во второй книге описываются проекты различных устройств, движущихся по ракетному принципу.

В XV—XVI вв. ракеты наряду с ограниченным боевым применением широко используются для устройства красочных фейерверков и иллюминаций. В работах по ракетам того времени не только излагаются способы изготовления и применения простых пиротехнических средств, но приводятся также схемы и описания более сложных конструкций. Анализируя их, Штернфельд пришел к важному историко-техническому выводу: «Приоритет изобретения составной ракеты, столь рьяно оспариваемый современными нам учеными, в действительности имеет очень большую давность. Так, мы нашли описание и детальные чертежи такой ракеты в изданной в Амстердаме в 1650 г. книге Казимира Семеновича „Великое искусство артиллерии“» [12, с. 58].

Штернфельд напомнил современникам об этой забытой книге и ее авторе, который являлся крупнейшим авторитетом в области ракет. Штернфельд посвятил ему серию очерков, объединенных общим названием «Три встречи с Казимиром Семеновичем» [150—152, 163]. Подготовленные к 300-летию юбилею со дня опубликования выдающегося труда, они появились в печати в разные годы [55, 56, 91, 97]. Из этих очерков, написанных в жанре документальных рассказов и воспоминаний очевидца событий середины XVII в., читатель получает яркое представление о личности Семеновича и о ракетной технике его эпохи. Этот человек, ставший генерал-лейтенантом артиллерии Польского королевства, происходил из литовских дворян. Он продал родовые имения, чтобы располагать средствами для проведения опытов в области артиллерийского и пиротехнического дела.

Штернфельд сообщает любопытные подробности из истории создания книги «Великое искусство артиллерии» и воспроизводит ее фронтиспис со следующим комментарием: «На нем изображено множество фейерверочных изделий, приготовление которых детально описано в книге. Здесь ракеты с палкой на ракетном спуске и в воздухе, взлетающие и падающие обратно на землю; ракеты со стабилизатором, взлетающие вертикально и под углом; ракеты, ползущие по земле; шарообразные и цилиндрические люсткутели, выброшенные мортирами; ракетные колеса, римские свечи и т. д.

В бассейне плавают водяные фонтаны со швермерами, водяные ракеты, водяные шары; над бассейном взвиваются пиротехнические огни. На пьедесталах колонн нарисованы весы, безмен, циркуль, артиллерийская шкала, лабораторные приборы, геометрические чертежи и т. п. В углублениях фриза — огненные стрелы, шпады и эспадроны с петардами; выше — огненные шары и кольца. Фейерверкеры управляют пиротехническими огнями, зрители восхищаются.

Читателю кажется, что он правильно понял то, что нарисовано на фронтиспise. Но Семенович — автор XVII столетия, и все то, что мы здесь видим, он толкует совершенно иначе: „Изображение, представленное нами на фронтиспise нашего труда, — пишет он, — выражает суету человеческой славы...“ [151, л. 5].

Семенович обещал рассказать во второй части книги о своем главном изобретении, которое он охарактеризовал следующими словами: «Этот пиротехнический аппарат охватывает всю нашу науку и может заменить любой инструмент» [151, л. 7]. Однако изобретатель погиб при загадочных обстоятельствах, так и не поведав миру о своей тайне. Исчезла и его рукопись, подготовленная, как полагал Штернфельд, по крайней мере вчерне. Штернфельд высказал предположение, что Семенович был убит членами фейерверочного цеха, ревностно оберегавшими профессиональные секреты. Многие из них, по словам Семеновича, не имели ничего общего с наукой и оказывались на поверку «пузырями, которые при малейшем прикосновении иголки сразу лопаются» [150, л. 3].

На протяжении столетий конструкция и характеристики ракет менялись мало, и они не выдерживали конкуренции со стороны быстро развивающегося огнестрельного оружия. В самом начале XIX в. английский офицер У. Конгрев приступил к усовершенствованию ракет на основе использования промышленных достижений. За четверть века он создал целое семейство боевых ракет с пусковыми установками для вооружения кавалерии, пехоты и морских судов. В артиллерии большинства европейских стран появились специальные ракетные подразделения, было налажено массовое производство ракет, организованы производственно-исследовательские центры, включая Петербургское ракетное заведение. В 1847 г. его возглавил генерал К. И. Константинов (1818—1871), которого Штерн-

фельд называет самым крупным специалистом ракетного дела в дореволюционной России, признанным мировым авторитетом в данной области [35, 114]. Об этом забытом имени напомнил нам автор «Введения в космонавтику». Он обнаружил в парижской Национальной библиотеке и библиотеке Французской академии наук шесть работ Константинова, изданных в 1857—1863 гг. на французском языке [12, с. 61; 123, с. 58, 59, 221]. Среди них особо выделялся труд «О боевых ракетах» (1861 г.), после опубликования которого автор был приглашен на заседание Французской академии наук, где ему официально выразили благодарность. Специалисты разных стран оценили этот труд как важное событие в военной литературе.

В книге «О боевых ракетах» излагалось содержание курса лекций Константинова в Петербургской артиллерийской академии, в котором автор обобщил результаты своей многолетней деятельности в области ракетной техники. «Во всех его работах чувствуется строгость метода исследования и стремление установить закономерность явлений», — отмечал Штернфельд [114]. При исследованиях влияния особенностей конструкции и топливного заряда на характеристики ракет Константинов пользовался изобретенными и усовершенствованными собственноручно приборами. Штернфельд приводит схему и цитирует описание наиболее важного из них — баллистического маятника, служащего для графической записи величины тяги ракеты, изменяющейся во времени, в процессе горения топливного заряда [32, с. 56].

Усилиями Константинова дальность русских ракет увеличилась с 1 до 4 км, их характеристики стабилизировались, обращение с ними сделалось менее опасным. Последние годы своей жизни Константинов посвятил осуществлению проекта крупного механизированного ракетного предприятия. Пока этот вопрос в течение многих лет решался царским правительством, в Испании вступило в строй аналогичное предприятие с мощными прессами весом до 20 тыс. пудов и другим оборудованием, изготовленным по чертежам Константинова. Штернфельд воспроизводит изображения такого гидравлического пресса для набивки ракет, бочки для механического смешения топливной массы, машины для сверления «ракетной пустоты» [31].

Подытоживая деятельность Константинова, Штернфельд называет его отцом русской боевой ракеты [32]. В статье, приуроченной к 150-летию со дня рождения Константинова, Штернфельд оценивает его жизнь как научный подвиг, совершенный в условиях традиционного неверия царизма в творческие силы народа и преград, воздвигавшихся перед талантливыми людьми. Штернфельд призывает авторов произведений по космонавтике: «Не лишайте потомков памяти о славном русском ракетчике. Ведь в победных космических трассах, прокладываемых ныне нами, и его труд!» [114].

В научных и научно-популярных статьях, публикуемых в советских периодических изданиях начиная с 1938 г., Штернфельд назвал имена других наших соотечественников, создававших ракетную технику. В результате кропотливых поисков он подготовил в 1940 г. для РНИИ и Постоянной комиссии по истории техники и естествознания АН СССР объемистый труд, в котором систематизированы материалы по истории русской ракеты XVIII—XIX вв., собранные из 67 источников [142]. Среди них дневник генерала Патрика Гордона — близкого сподвижника Петра I, шотландца по происхождению. Гордон свидетельствует, что русский царь с юных лет увлекался пиротехническим делом. Он собственноручно изготовлял ракеты в созданном в Москве около 1680 г. ракетном заведении, принимал активное участие в устройстве фейерверков. В этой связи Штернфельд приводит интересные выдержки из книги по истории России: «... фейерверк, какого Москва еще никогда не видала, был сожжен на речке Пресне 26 февраля 1690 г.... Разноцветные огни в замысловатых фигурах, придуманных самим царем, горели далеко за полночь. То же повторялось в следующие годы каждую масленицу... Летели на воздух из царских рук ракеты» [23, с. 45].

Как свидетельствует историк ракетной техники В. Н. Сокольский, среди западно-европейских книг, переведенных по заданию Петра I на русский язык, находился рукописный перевод немецкой книги с изложением содержания вышеупомянутого труда Семёновича [257, с. 9—12]. При Петре I началось формирование национальных кадров мастеров ракетного дела. Как отмечает Штернфельд, вначале «западно-европейские пиротехники передавали русским масте-

рам свой опыт... в их же руках находилось руководство ракетным заведением. Однако со временем русские пиротехники перестали нуждаться в помощи иностранных специалистов» [23, с. 45].

Штернфельд приводит интересное свидетельство датского посланника в России Юста Юля, датированное 1710 г.: «В России порохом дорожат не более, чем песком, и вряд ли найдешь в Европе государство, где бы его изготовляли в таком количестве и где бы по качеству и силе он мог сравниться со здешним» [31, с. 1]. Упомянутый Штернфельдом каталог увеселительных фейерверков, изданный в России в начале XIX в., содержит сведения о разнообразных пиротехнических устройствах, стоимость которых колеблется от 14 копеек до нескольких тысяч рублей [23, с. 46].

Начиная с последней трети XIX в. развитие ракетной техники пошло на спад. Причиной тому явились достижения артиллерийской техники, в которой стали использоваться бездымный порох, стальное литье, нарезные стволы. Тем временем все чаще высказывались предложения об использовании реактивного принципа движения применительно к летательным аппаратам. По мере развития воздухоплавания становилась насущной проблема управления движением аэростатов. Многих изобретателей привлекала кажущаяся простота решения вопроса при помощи реактивных двигателей. Вслед за реактивными аэростатами начиная с середины XIX в. предлагаются реактивные летательные аппараты тяжелее воздуха. Но при использовании ракет обычного типа, пороховой заряд которых сгорал за 1—2 с, не могло быть и речи о длительном управляемом полете и передвижении человека по воздуху.

По этому поводу Штернфельд приводит следующую выдержку из работы Константинова «Воздухоплавание» от 1856 г.: «С первого взгляда кажется, что ракета составляет особенно удобное средство для перемещения аэростатов, но при ближайшем рассмотрении дела обнаруживается противное... Движущая сила ракет, ограничивающаяся почти одним сильным толчком в начале ее действия, неспособна для перемещения больших масс в продолжительное время на значительные расстояния, как это уже давно сделалось несомненным при домогательствах применения

ракеты к перемещению плавающих на воде тел, например, брандеров» [32, с. 51].

Энтузиасты реактивного движения вынуждены были искать новые типы двигателей прямой реакции, могущие функционировать в течение длительного времени. Проще всего представлялось воспользоваться реакцией истекающих паров или сжатых газов. На один из таких двигателей Ч. Голайтли (Англия) получил в 1841 г. патент, текст которого не был опубликован и впоследствии затерялся. Будучи летом 1932 г. в Лондоне (по пути в Москву с проектом робота-андроида), Штернфельд разыскал эту рукопись под названием «Аппарат для получения движущей силы» [12, с. 52; 123, с. 53].

Подобно другим исследователям, Штернфельд отмечал проект «воздухоплавательного прибора» русского революционера-народовольца Н. И. Кибальчича. Последний предложил в 1881 г. ракетный аппарат для полета человека, движущийся за счет расходования отдельных зарядов пороха, которые подавались бы по мере надобности в камеру сгорания. Среди интересных предложений Штернфельд упоминает не замечаемый до сих пор историками ракетной техники бельгийский патент от 1881 г., выданный Керкховэ и Снисру. Ими предложен ракетный двигатель, работающий на смеси водорода и кислорода, которые получают путем электролитического разложения воды. При этом продукты сгорания истекают через сопло Лавала [12; 123, с. 53]. От проектов Кибальчича и Керкховэ—Снисра оставалась небольшая дистанция до изобретения ЖРД.

Первым определил рациональные области применения ракетных аппаратов и раскрыл их потенциальные возможности К. Э. Циолковский. Он убедительно показал, что ракетные двигатели целесообразны только в условиях высоких скоростей движения, а их энергетические возможности таковы, что позволяют при определенных условиях совершить полет в космос. В известной работе от 1903 г. Циолковский всесторонне обосновал эту идею с научных и технических позиций, предложив в качестве средства для ее осуществления ракету на жидком химическом топливе. Штернфельд сразу утвердился во мнении, что именно русскому ученому принадлежит первенство в создании научных основ космонавтики. В упоминавшейся



**А. Штернфельд у памятника К. Э. Циолковскому
в Калуге, 1957 г.**

статье от 1930 г. для газеты «Юманите» он писал: «Научные основы этой грандиозной проблемы были впервые разработаны русским ученым К. Э. Циолковским... Его по праву можно назвать отцом астронавтической науки» [1].

Открыв французам имя Циолковского, Штернфельд пропагандирует его идеи в устных выступлениях, а после получения премии по астронавтике и в различных парижских изданиях. Из упоминавшегося очерка «Когда поэты возносятся в небо» (гл. 6) читатели узнали об увлекательных научно-фантастических повестях Циолковского «Грезы о земле и небе...» и «Вне Земли».

В авиационном еженедельнике «Аэро» Штернфельд рассказал о космических городах Циолковского [2]. В историческом очерке «Предшественники и теоретики космонавтики», опубликованном во французском журнале по аэронавтике, Штернфельд писал о русском ученом: «Первые научные основы великой проблемы были заложены в его работе, напечатанной в 1903 г., и затем развиты в работах от 1911 и 1914 годов... Многие его идеи, относящиеся к ракетам, получили признание современной космонавтической науки» [9, с. 22].

Пропаганда приоритета Циолковского во французской печати была чревата неприятностями для Штернфельда, жившего на правах эмигранта. Понимая это, Циолковский с особой благодарностью отзывался об усилиях Штернфельда.

То обстоятельство, что имя русского ученого не было известно во Франции, явилось частично причиной одного недоразумения, имеющего долгую историю. Речь идет о претензиях Эно-Пельтри на собственный приоритет в научном обосновании идеи полета в космос. Французский ученый заявил об этом впервые в 1928 г. и не изменил первоначального мнения даже после знакомства с работами Циолковского.

Штернфельд безуспешно пытался убедить Эно-Пельтри в ошибочности его позиции и впоследствии нашел следующее объяснение упорству своего коллеги и друга: «Я не располагал вполне неопровержимыми материалами для того, чтобы убедить Робера Эно-Пельтри в существовании приоритетных работ Циолковского 1903 г. ... Был он человеком очень честным. И если бы он воочию убедился в приоритете Циолковского, он бы прямо об этом сказал» [118, с. 70].

Действительно, достать номер журнала «Научное обозрение» за май 1903 г. со статьей Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами» не представлялось возможным, и автор не располагал лишним экземпляром своей работы для отправки в Париж по просьбе Штернфельда. Однако у Эно-Пельтри была брошюра Циолковского от 1914 г., являющаяся дополнением к ранее изданным работам, а кроме того, имелись публикации от 1924 и 1926 гг., содержащие статью от 1903 г. или ее фрагменты в качестве составных частей.

Г. С. Ветров, всесторонне исследовавший аргументы французского ученого в его научной биографии,

отмечает, что «вопрос об исторических концепциях Эно-Пельтри является не таким простым, как представлял А. А. Штернфельд: достаточно, мол, предъявить Эно-Пельтри... работу Циолковского 1903 г., и недоразумение с отрицанием приоритета русского ученого будет исчерпано» [243, с. 156]. Суть вопроса заключается в принципиально различном подходе Циолковского и Эно-Пельтри к оценке возможности полета в космос. Жизнь подтвердила научные предсказания Циолковского, и заочный спор о приоритете разрешился в его пользу.

В 1952 г. Французское общество астронавтики отчеканило специальную медаль, посмертно присужденную Циолковскому в знак признания его основополагающего вклада в космонавтику. Узнав об этом, Штернфельд испытал глубокое моральное удовлетворение. Его усилия по пропаганде имени Циолковского оказались не напрасны.

Послесловие

В 1980 г. Ари Абрамович Штернфельд отметил свое 75-летие. Эта дата совпала с 50-летием опубликования его первой научной статьи в газете «Юманите», из которой французская общественность узнала о К. Э. Циолковском. Тогда основоположнику теории космических полетов было почти столько же лет, сколько теперь исполнилось Штернфельду. За полвека, разделившие жизни двух ученых, космонавтика превратилась из мечты в обширную отрасль науки и техники.

Убежденность Штернфельда в торжестве идей космонавтики на заре ее развития отразилась в названии, которое он дал своей первой статье: «Вчерашняя утопия — сегодняшняя реальность. Можно ли путешествовать с Земли на другие планеты?». В этой публикации во многом намечилось содержание будущего фундаментального труда «Введение в космонавтику», возникшего из неосуществленной научной диссертации Штернфельда. Путь от начала работы над ней до получения докторской степени занял у автора свыше трех десятилетий.

В этой связи напрашивается одна историческая аналогия. Дело в том, что за 10 лет до того, как Штернфельд потерпел неудачу с докторантурой в Сорбонне, ученые знаменитого Гейдельбергского университета не сочли возможным принять работу Г. Оберта по космонавтике в качестве докторской диссертации ввиду необычности темы. По просьбе Оберта ему выдали письменное свидетельство, в котором подтверждалась научная достоверность работы и отмечалась большая изобретательность автора. Благодаря этому свидетельству мюнхенское издательство решилось опубликовать несостоявшуюся диссертацию. Так появилась книга «Ракета в космическое пространство» [251, с. 94].

Хотя К. Э. Циолковский еще в 1903 г. опубликовал знаменитое «Исследование мировых пространств реактивными приборами», в котором научно доказал принципиальную возможность полета в космос при помощи ракет на жидком химическом топливе, сторонники,

этой идеи на рубеже 20—30-х годов вынуждены были упорно отстаивать свои позиции, преодолевая косность и консерватизм мышления.

«Не существует же такое химическое топливо, энергия которого была бы достаточной для удаления его собственных молекул в бесконечность, а Вы хотите, чтобы это топливо еще освободило другую массу от поля тяготения Земли и Солнца!» Такое энергичное возражение услышал Штернфельд после своего доклада в Варшавском университете 6 декабря 1933 г. [132, с. 135]. Представляя в начале 1934 г. результаты своих исследований на обсуждение Французской академии наук, он вынужден был избегать слова «космонавтика», чтобы не шокировать академиков [77, с. 30].

«Мы редко задумываемся над тем, какая революция произошла в умах современного поколения. Космонавтика потеряла свою сенсационность, стала обыденным делом. Не следует, однако, забывать, что людям, пробиравшим путь к началу космической эры, приходилось преодолевать большие трудности. По существу шла упорная борьба между теми, кто был лишен способности научного предвидения и считал космонавтику фантастикой, делом XXI в., и носителями передовых научных идей...» Так писал Штернфельд в предисловии ко второму изданию книги «Введение в космонавтику» [123, с. 10].

Согласно цитированному выше отзыву В. П. Ветчинкина и Ю. А. Победоносцева от 1937 г., в этой монографии наибольший практический интерес представлял раздел о стратосферной ракете. В отзыве отмечалось также следующее: «Данная работа является трудом вполне оригинальным по содержанию... Наибольший интерес по глубине анализа, безусловно, представляют исследования Штернфельда в области траекторий космических полетов» [266]. Высказанная оценка развивалась в печатной рецензии М. К. Тихонравова. Детальное исследование автором монографии проблем высотной составной ракеты дало Тихонравову основания говорить, что «теория последней дается в книге А. Штернфельда впервые», хотя ранее данным вопросом занимались другие ученые. Далее рецензент писал: «Все вычисления А. Штернфельда являются гораздо более точными, чем работы Оберта, Эно-Пельтри и Гомана, и в этом неоспоримое преимущество рецензируемой книги. Чрезвычайно важно отметить, что резуль-

таты расчетов А. Штернфельда с точки зрения возможности осуществления межпланетных полетов гораздо благоприятнее, чем у всех предыдущих исследователей. А. Штернфельд находит новые, более выгодные траектории полета межпланетного корабля...» [193].

Механикой космического полета Штернфельд занимался всю жизнь и заслужил право называться штурманом космических трасс. Характеризуя сущность своей научной деятельности, Штернфельд говорил: «Я являюсь теоретиком практики. Занимаясь теорией космических полетов, я смотрю на свою работу глазами человека техники, механика» [206]. В полетах реальных космических аппаратов ученый находил подтверждение своим идеям, расчетам, предложениям.

С началом космической эры имя Штернфельда получило широкую известность. Мировая пресса сообщала о его жизни и научных занятиях, помещала его статьи и интервью. Комментарий к запуску первого ИСЗ с животным, написанный ученым по просьбе американского информационного агентства [70], разошелся по всему миру, будучи напечатанным в нескольких тысячах газетных выпусков [173, л. 116]. Штернфельд получал много писем от читателей со словами благодарности и просьбами ответить на разные вопросы. Молодой японский рабочий из Киото сообщал, например, что прочел все книги ученого, и спрашивал совета, как изготовить маленькую ракету и как лучше всего изучать ракетное дело [280]. 53-летний американец, инженер по авиационному оборудованию из Миннеаполиса, благодарил Штернфельда за его «в высшей степени исчерпывающую» статью об использовании искусственных спутников и надеялся лично познакомиться с автором во время предстоящей поездки в СССР [281].

Следует сказать, что очень часто имя Штернфельда отождествлялось за рубежом с успехами СССР в области космонавтики. Примером тому является письмо, которое дошло до ученого из тюрьмы одной латиноамериканской страны. Узник поздравлял Штернфельда с днем рождения и обращался к нему со следующими словами: «В Вашем лице олицетворяются великие космические успехи социалистического мира будущего, мира, за который все мы, коммунисты, как находящиеся на свободе, так и заключенные, неустанно боремся... Пусть новые поколения видят в Вас живой пример трудолюбия, усердия, исследовательского дара и стра-

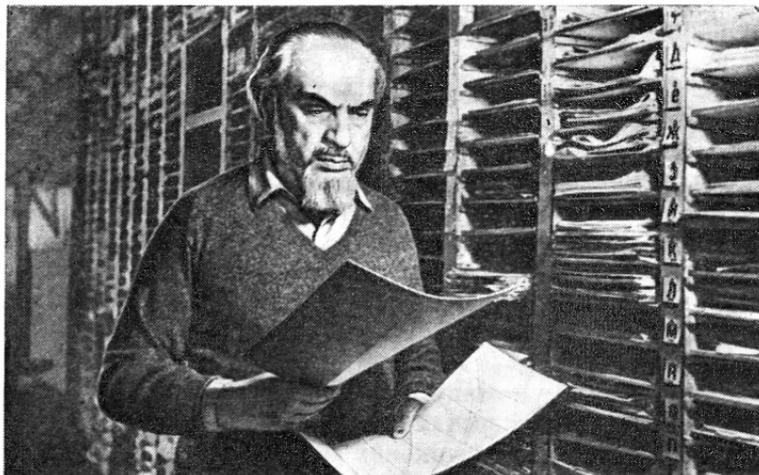
бочайшего уважения к нему как к человеку, которому абсолютно чуждо желание пользоваться какими-либо материальными благами. Я помню, например, как он по собственной инициативе переехал с женой из оплачиваемого РНИИ комфортабельного номера гостиницы в коммунальную квартиру в деревянном домике. Да и сейчас Ари Абрамович живет исключительно скромно... А чувствует он себя хорошо только в своем рабочем кабинете, где до самого потолка стоят стеллажи с бесчисленным количеством полок...» [284, л. 13].

Ученый не раз жертвовал на общественные нужды авторский гонорар, в том числе за зарубежные публикации, хотя лишь немногие из них принесли ему вознаграждение. Бескорыстие Штернфельда характеризует следующий эпизод. Во время его поездки в Польшу в 1967 г. там проходил международный конгресс глухих, к которому была приурочена выставка слуховых аппаратов. Ари Абрамович уже долгое время пользовался таким аппаратом, после того как двадцать лет назад начал терять слух. Министерство здравоохранения Польши решило сделать подарок ученому, предложив ему на выбор любой аппарат из числа представленных на выставке. Штернфельд предпочел самый дешевый.

Все знавшие Ари Абрамовича говорят о его гостеприимстве. Он радушно встречал каждого, кто входил в дом, и прежде всего приглашал гостя к столу хотя бы на стакан чая. В искусстве заваривания этого напитка никто из домашних не мог с ним сравниться. Не было случая, чтобы хозяин не проводил гостя до лифта. Находясь в тяжелом состоянии, за несколько часов до кончины, Ари Абрамович сделал замечание дочери, которая не проводила выходящего из комнаты врача.

В повседневной жизни Ари Абрамович нередко проявлял рассеянность, которая свойственна людям, всецело поглощенным своими идеями. Вспоминают эпизод, когда он сшил в ателье пальто, в котором решил показаться домашним. Но к величайшему недоумению Ари Абрамовича прекрасно сшитое пальто оказалось теперь ему слишком длинным и тесным. Выяснилось, что хозяин дома надел по ошибке одежду одного из гостей — высокого худощавого человека.

Эта рассеянность Штернфельда в житейских мелочах сменялась сосредоточенностью и педантизмом в делах, которыми он занимался. Например, ученый держал под рукой отдельную пишущую машинку с вставлен-



Штернфельд в рабочем кабинете, 1960 г.

вым листом бумаги, куда немедленно заносил пришедшую в голову идею или время встречи, о которой только что договорился по телефону. Будучи сам пунктуальным человеком, он ценил эту черту в других. Свыше тысячи полок архива Штернфельда хранят все первые и большое количество последующих публикаций его работ, машинописные варианты опубликованных и неопубликованных статей на русском, польском и французском языках, различные черновые наброски с таблицами и графиками, разнообразную корреспонденцию за целые десятилетия.

Повседневную жизнь Штернфельда характеризует отрывок из письма его жены, адресованного в 1977 г. польской учительнице Галине Вронской: «Вас, наверное, удивит, что мы с утра до ночи спорим. Предметом домашних ссор является здоровье мужа. Он не признает никакого отдыха, не признает необходимости свежего воздуха и хотя бы короткой прогулки... Вся его жизнь была заполнена титаническим трудом, и сейчас, на старости лет, когда сил остается все меньше, он не хочет согласиться на замедление темпов» [210, с. 185, 186].

Между тем здоровье ученого уже давно вызывало беспокойство. С годами к гипертонической болезни прибавились сахарный диабет и сердечные боли, и он вы-

нужден был подолгу находиться на лечении в стационаре Центральной клинической больницы Академии наук. Г. П. Ткач, которая была лечащим врачом Ари Абрамовича последние несколько лет, вспоминает, с каким мужеством он переносил тяжелые боли и как старался использовать любую возможность, чтобы работать. Больничную палату пациент превратил в свой рабочий кабинет с множеством книг, журналов, рукописей. С юношеским задором рассказывал ученый о космосе, как будто перед ним находился не врач, а соратник по любимому делу.

В описании празднования 60-летия Ари Абрамовича мы не случайно упомянули приветствие школьников. Он вел переписку и встречался с ребятами из разных городов, которые в своих школах организовали музеи космической славы: из Москвы, Баку, Омска, Серова, Таганрога... Общению с подрастающим поколением Штернфельд придавал большое значение и на письма школьников отвечал в первую очередь. В 1980 г. учащиеся Серова пригласили ученого к себе. По состоянию здоровья он не мог совершать дальние поездки и решил направить ребятам обращение, записанное на магнитофонную ленту. Но и этому помешала скоропостижная смерть. Вот некоторые выдержки из текста, подготовленного ученым:

«Вы, вероятно, ожидаете, что я буду говорить о перспективах развития космонавтики, о будущих межпланетных экспедициях... Однако, мне кажется, гораздо важнее поделиться с вами моими думами о том, что я считаю главным в жизни каждого человека и всего общества... Итак, я вижу главное в следующем.

Первое: иметь сердце, открытое для других — близких и родных, знакомых и незнакомых...

Второе: должно быть чувство ответственности за свои поступки, за свою учебу, за свою работу. Я считаю, что все, что делаешь, нужно делать хорошо, добросовестно... Любой труд — будь то заданный учителем урок или поручение родителей по домашнему хозяйству, будь то деталь, сделанная на заводском станке, или решение научной проблемы крупного масштаба — все, абсолютно все требует чувства ответственности и добросовестности.

Третье: необходимо упорство в стремлении к избранной в жизни цели... Не следует разбрасываться, не доводя ничего до конца, и еще хуже побояться трудностей на выбранном пути» [197].

Высокие нравственные принципы были для Штернфельда источником вдохновения в его деятельности. Занимаясь проблемой космических полетов, ученый исходил из того, что ее решение послужит науке и принесет неопределимую пользу человечеству. «Научное значение исследований межпланетных пространств неоспоримо. То, что представляет в настоящее время интерес с точки зрения чисто теоретической, может со временем найти самое разнообразное практическое применение», — писал автор «Введения в космонавтику» в начале 30-х годов [12, с. 5; 123, с. 17]. Эта мысль получила затем следующее развитие: «Как это ни парадоксально, первая цель в космосе — Земля. Вероятно, на долгие годы она останется главной» [138, с. 68].

Как дневник космонавта современной орбитальной станции воспринимаются слова «репортажа-фантастики» Штернфельда, опубликованного в 1955 г.:

«Под нами Карское море. Сообщаем на Землю о состоянии льдов в северо-западной части моря. Промелькнула Новая Земля, и вот уже впереди Америка.

Передаем Канадской морской обсерватории сводку о движении льдов в проливе Мак-Клюр и в заливе Амундсена за последние сутки. Особый прибор-автомат отметил лесной пожар в штате Орегон. Мы сигнализируем об этом местной охране лесов, указывая точные координаты пожара.

Между Сан-Франциско и Лос-Анджелесом «ИС-200» пересекает берег Тихого океана и продолжает лететь над водными просторами.

Под нами бушует буря. Сообщаем Калифорнийской метеостанции границы ее распространения...

Служба Солнца нашей летающей обсерватории отметила незаметное пока с Земли усиление радиации этой пылающей звезды. На Земле последствия этого явления удастся обнаружить гораздо позже. По мнению наших ученых, это приведет к усилению циркуляции земной атмосферы, к увеличению облачности и осадков и к понижению температуры в высоких широтах южного полушария. Но средняя температура на Земле повысится...» [47, с. 21, 22].

Штернфельд считал, что разные страны должны объединить свои усилия в решении проблемы космического полета на благо всего человечества. Эта мысль со всей ясностью выражена в проекте его ракеты для скоростного сообщения по маршруту Москва — Лондон —



А. В. Костин, внук К. Э. Циолковского, у памятника А. Штернфельду (автор Ф. С. Хазан) на Новодевичьем кладбище в Москве, 1984 г.

Нью-Йорк. В архиве ученого хранится датированный 20 августа 1945 г. черновой схематичный набросок трехступенчатого аппарата, названного «Объединенные Нации». Отдельным ступеням присвоены следующие названия, начиная сверху: СССР, Великобритания, США [146]. Штернфельд при любой возможности стремился подчеркнуть необходимость придания деятельности в космосе международного характера, отмечал исторические связи, существующие между народами. В тексте подготовленного выступления на предполагаемой церемонии вручения диплома доктора наук Национального политехнического института Лотарингии ученый указывал:

«Десять лет моей активной в научном смысле жизни во Франции возымели, несомненно, решающее влияние на весь мой творческий путь. Мне думается, что этот факт, пусть незначительный по своему масштабу, все же является в известной степени отражением общности научной мысли, всегда существовавшей между учеными России и Франции. Я думаю также, что присуждение мне Национальным политехническим институтом Лотарингии звания доктора наук «хонорис кауза» — это

одно из многочисленных проявлений традиционной дружбы, объединяющей наши страны» [174, л. 3].

Ари Абрамович скончался буквально накануне назначенной даты церемонии, которая должна была состояться во французском посольстве в Москве. Предназначавшийся ему диплом был вручен позднее его вдове в присутствии представителей Академии наук СССР, работников посольства, семьи и друзей покойного.

В январе 1980 г., за полгода до кончины, ученый написал «Раздумья о космонавтике» — небольшую статью-послесловие для биографической книги польского автора В. Гайслера, изданной уже посмертно. Отвечая на вопрос, что считать самым большим достижением космонавтики, Штернфельд пишет, что в свое время он задумывался над этим и, чтобы быть объективным, составил список космических событий и ввел для их оценки несколько различных рубрик. «В моих рассуждениях преобладала то одна, то другая рубрика, — пишет ученый. Не так-то легко оказалось решить, что же является наибольшим достижением со всех точек зрения.

И вдруг меня осенила мысль. Простая и ясная:

МИР!

Да, я считаю, что самым большим достижением космической эры является Мир!

...Тот факт, что после окончания второй мировой войны прошло уже почти 35 лет, как мы живем в мире... наполняет меня верой, что мои труды в деле освоения космического пространства никогда не будут служить преступным целям, но принесут людям пользу, и только пользу» [134, с. 237, 238; 136, с. 89].

Эти слова перекликаются с высказыванием, сделанным Штернфельдом накануне космической эры: «Нет сомнения, что когда, наконец, удастся покончить с гонкой вооружений, когда вся энергия человечества, все материальные и интеллектуальные ресурсы общества будут обращены не на создание орудий разрушения и войны, а на мирные цели... тогда и для астронавтики откроются величайшие возможности» [58, с. 180].

Этим высказыванием Ари Абрамовича Штернфельда мы и завершаем рассказ о его жизни и научной деятельности.

Приложение

Значение космонавтики

*Из книги А. А. Штернфельда
«Введение в космонавтику». М., 1937*

Научное значение исследований межпланетных пространств неоспоримо. То, что представляет в настоящее время интерес с точки зрения чисто теоретической, может со временем найти самое разнообразное практическое применение.

Один из первых этапов завоевания межпланетных пространств — движение в пределах земной атмосферы с весьма большими скоростями — имеет огромное практическое значение. Использование полетов вне Земли со спортивными целями сейчас кажется чем-то невероятным, однако, даже изучение условий подобных полетов было бы весьма полезно, в частности в деле воспитания и образования молодежи.

Исследование высших слоев атмосферы с помощью ракет является первоочередной задачей. Этим путем можно будет выяснить, во-первых, условия торможения в воздухе аппарата, движущегося с весьма большой скоростью, что имеет непосредственное значение для земных сверхскоростных машин. Во-вторых, надлежит решить вопрос о существовании гипотетического элемента «геокорония», который согласно гипотезе Вегенера (Wegener), высказавшего мысль о его существовании, имеет одинаковый с азотом спектр, обусловленный ничтожным давлением в этих слоях атмосферы. В-третьих, немалую пользу для радиотелеграфии принесет исследование слоя Хевисайда (Heaviside), в частности изучение влияния на него изменений метеорологических условий.

С помощью ракет, посылаемых за пределы атмосферы, можно будет непосредственно измерить величину солнечной постоянной и исследовать природу лучей Солнца и других небесных тел.

Опытное определение величины альбеда Земли позволит установить доселе неизвестную точно температуру вблизи центра Земли.

Будет окончательно решен вопрос о населенности планет Солнечной системы. Вместе с тем мы узнаем, каково разнообразие форм жизни и стадий ее развития при том разнообразии физических условий, которые господствуют на различных планетах и на их спутниках.

Если даже предположить, что богатства нашей Земли никогда не будут исчерпаны человечеством, то все же немалый интерес имела бы попытка акклиматизировать живые существа на тех планетах, на которых условия жизни близки к нашим.

За пределами земной атмосферы звезды представляются наблюдателю немигающими и могут наблюдаться в течение круглых суток. Быть может, в этих условиях с помощью мощных телескопов будет открыто существование планет, движущихся вокруг отдельных звезд. Так же непрерывно может быть изу-

чаема солнечная корона, которую теперь мы можем видеть с Земли лишь во время солнечных затмений.

Мы могли бы значительно обогатить наши сведения о внутренних планетах, если бы, оторвавшись от Земли, с которой так трудно наблюдение за ними, мы могли рассматривать их со стороны Солнца. Этим же путем можно решить вопрос о существовании гипотетической малой планеты, обращающейся внутри орбиты Меркурия.

Было бы облегчено определение массы и размеров многих спутников планет, а также периода их вращения около собственной оси.

Кроме того, вопросы геологии и климатологии различных планет и ряд других характеристик (например, период вращения Венеры, наклона оси внутренних планет к их орбитам, планетный магнетизм и т. д.) мало исследованы, а частью и вовсе неизвестны. Даже Луна, несмотря на значительную либрацию, недоступна для земного наблюдения почти на 41% своей поверхности.

Наблюдения, произведенные над планетами с достаточно близкого расстояния, дадут возможность заполнить указанные пробелы.

Дальнейшим шагом будут наблюдения и измерения, сделанные на поверхности планет.

Не исключена возможность, что при посещении планет будут на них найдены драгоценные вещества, как радий и т. п., или просто характерные для них вещества, и если даже не будут открыты новые элементы, то весьма вероятно нахождение неизвестных нам химических соединений, образовавшихся в условиях, отличных от земных.

Полет в межпланетном пространстве позволит произвести ряд важных опытов. Появится возможность установить, является ли пространство эвклидовым, или же, как доказывает теория относительности Эйнштейна, оно соответствует геометрии Римана. Известно, что посвященные этой задаче опыты на Земле (Гаусс) не дали вполне достоверных результатов вследствие малости триангуляционных треугольников.

Точно так же могут быть проверены и другие гипотезы теории Эйнштейна, например, изменение постоянной тяготения в зависимости от распределения масс (Меркурий).

Вполне возможно, что в мировом пространстве будут обнаружены такие явления, о которых мы совершенно не подозреваем.

Наконец, если бы со временем удалось построить вне Земли достаточно большие зеркала, то тем самым можно было бы оказывать непосредственно или косвенным путем влияние на климатические условия на Земле.

Раздумья о космонавтике (1979 г.)

Наука и жизнь. 1985. № 8

Мы редко задумываемся над тем, какая революция произошла в умах современного поколения. Когда моему внуку было 3—4 годика, он лепетал о спутниках, космических кораблях, о луноходе примерно так же, как о мячике, с которым он играл, а сейчас, когда ему исполнилось 13 лет, он решительно предпочитает смотреть на голубом экране хоккейный матч, чем, скажем, телевизионный репортаж с борта летящего космического корабля. Что ж, космонавтика потеряла свою сенсационность, стала одной из областей науки, обогащающей наши знания о Земле, на которой живем, о других планетах, о Солнечной системе. Космонавтика доставляет нам множество информации, которая уже сейчас приносит большую пользу, а еще большую принесет в будущем. Итак, космонавтика является уже повседневностью, чему можно только радоваться. Мне это дает, конечно, огромное моральное удовлетворение, но все же... Иногда дрогнет во мне грустная струна, ибо сегодняшнее поколение даже не догадывается, что тем, кто прокладывал дорогу к освоению космоса, приходилось преодолевать невероятные трудности. Я имею в виду не только тяжелые условия работы немногочисленных групп молодых ученых-энтузиастов, отсутствие денежных средств и материальной базы, но, что самое главное, пренебрежительное отношение к космонавтике в течение многих лет со стороны некоторых официальных лиц, в том числе знаменитых ученых, лишенных, к сожалению, способности научного предвидения. По сути дела, шла упорная борьба между теми, кто придерживался устаревших понятий, относя космонавтику к сфере фантазии, считая ее вопросом далекого будущего, и носителями смелых, иногда дерзновенных научных идей, которые решили действовать со свойственной энтузиастам энергией. Итак, борьба между старым и новым. В конечном итоге, согласно законам развития человеческого общества, восторжествовало новое. Однако эта победа требовала жертв, и не малых.

Я был одним из таких отчаянных энтузиастов. В каждодневной, превышающей человеческие силы борьбе за зеленую улицу для космонавтики я не знал усталости. Кстати, я не приверженец скромности в том, что касается вопросов науки. Скромность для того, кто вынужден бороться за право существования для своих научных исследований, убийственна, а я долго находился в положении человека борющегося. Не имея периодами возможности действовать в коллективе, я работал в одиночку: писал книги и статьи, в которых излагал свои теоретические концепции, касающиеся разных аспектов космонавтики, главным образом орбит и межпланетных траекторий.

Возвращаясь к изменениям, какие космонавтика внесла в наш способ мышления, я хотел бы коснуться некоторых явлений

в космической навигации, которые очень отличаются от происходящих на поверхности Земли. И хотя многие из них не уместаются в рамках общеприпятого мышления, они не противоречат ему, как не противоречат законам диалектики, например, закону перехода количества в качество.

Но сперва мне хочется рассказать об одном довольно красноречивом случае. В ноябре 1954 г. я послал в редакцию журнала «Вопросы философии» статью под заголовком «К закону перехода количественных изменений в качественные (несколько примеров из области астронавтики)».

— Диалектика космических полетов? Каких полетов? — удивились наши философы. Конечно, статью отвергли и проштамповали номером 631/54. Это имело место, повторяю, в 1954 г., всего за три года до запуска первого спутника.

А в январе 1960 г. меня пригласили на заседание редакционной коллегии этого же журнала. Речь шла об упомянутой статье. И что же?! Ее опубликовали в седьмом номере того же года с рекомендательным примечанием от редакции.

Изложу содержание этой статьи.

Философские категории количества и качества имеют применение как и в других областях науки, так и в космонавтике. Мы здесь находим примеры перехода количественных изменений в качественные, а именно: постепенные количественные изменения скорости ведут к скачкообразным качественным изменениям характера движения. Если, пренебрегая сопротивлением воздуха вблизи поверхности Земли, горизонтально направленная скорость тела меньше круговой скорости, т. е. первокосмической, и она составляет, например, 7911 м/с, то тело упадет обратно на поверхность Земли. А если эта скорость дойдет до круговой скорости — 7912 м/с, то тело уже не упадет на Землю, а начнет вращаться вокруг нее. Итак этот скачок, заключающийся в увеличении скорости движения тела лишь на 1 м/с, преобразует его «земной» полет в космический. Если будем продолжать увеличивать горизонтальную скорость тела, то оно будет описывать вокруг Земли эллипсы все больших размеров. Но в определенный момент, когда скорость тела достигнет параболической скорости 11189 м/с (вторая космическая скорость), его эллиптическая траектория вокруг Земли превратится в параболическую и тело удалится от Земли по ветке параболы: характер орбитального движения вокруг Земли скачкообразно превратится в межпланетный. Если скорость старта с Земли превысит параболическую скорость по отношению к нашей планете и будет равняться, скажем, 12, 13, ... 16,661 км/с, то тело будет описывать эллипсы вокруг Солнца, причем оно будет периодически возвращаться к точке взлета. Однако достаточно придать телу третью космическую скорость — 16,662 км/с в направлении движения Земного шара, и оно улетит навсегда из нашей Солнечной системы. Таким образом, при постепенном увеличении скорости движения тела характер его движения скачкообразно превращается из межпланетного в межзвездный.

Проанализированные таким образом явления скачка в космической навигации послужили великолепной иллюстрацией к законам диалектики в природе и вызвали соответствующий большой скачок в умах наших философов.

Приобретая все большие скорости: первую, вторую, третью, —

ракета достигает, конечно, все более отдаленных областей в космическом пространстве. Однако мало кому приходит в голову, что, летя медленнее, можно раньше достичь цели. К этому парадоксальному на первый взгляд выводу я пришел уже несколько десятков лет тому назад в процессе работы над проблемами космических полетов. Доложенная мною позже информация по этому вопросу была неожиданностью для многих специалистов, в том числе также для знаменитого полярного исследователя Отто Юльевича Шмидта, который охотно сразу опубликовал мою статью на эту тему в редактируемом им журнале «Природа» (1954. № 12). В скором времени текст этой статьи нашел место на страницах мировой печати.

Перефразируя известную поговорку, можно было бы сказать, что в этом случае «кто тише едет, тот скорее приедет». Процесс сокращения продолжительности полета, например, к Венере с уменьшенной относительно Солнца скоростью полета (но при увеличенной скорости старта с Земли) происходит постепенно. Имеются, однако, случаи, что некоторые параметры (величины) могут скачкообразно уменьшиться до нуля при постепенном увеличении скорости старта с Земли.

На явление «скачка» в космической навигации я обратил внимание также во время работы над полетами ракеты к другим планетам и ее возвращением по симметрической трассе на Землю. Речь идет о продолжительности принудительного ожидания на чужой планете момента возможного возвращения «домой». Это имеет огромное значение для подготовки и реализации межпланетных экспедиций.

Можно сказать, что это вроде открытия драгоценного клада, неожиданный дар природы, преподнесенный человеку.

К началу 50-х годов в литературе по космонавтике общепризнанным сроком осуществления экспедиции Земля — Марс — Земля считалось 2 года 8 месяцев. В самом деле, такая продолжительность экспедиции на Марс соответствует минимальному употреблению топлива и стартовой скорости с Земли 11,6 км/с.

А ведь можно избежать того, чтобы обречь космонавтов на столь длительное отсутствие нормальных земных условий, к которым их организм, их психика привыкли в течение всей жизни. Кроме того, принудительное пребывание на чужой планете, на которой, как уже нам сейчас известно, нет никакой жизни, вряд ли может доставить большое удовольствие.

Как этого избежать?

В меру увеличения стартовой скорости продолжительность экспедиции на Марс будет, конечно, вначале уменьшаться, но не в такой степени, как бы мы этого желали. Правда, если увеличить скорость до 15,1 км/с, время перелета сократится с 259 суток до 79,1 суток, но период ожидания на Марсе симметрической траектории не только не сократится, но даже станет более длинным — с 454 суток увеличится до 775,5 суток. В результате общий выигрыш во времени окажется очень незначительным.

Однако, как я на это обратил внимание в моих теоретических расчетах еще за много лет до начала космической эры — а как правило, их результаты до сих пор совпадали с практикой — при увеличении стартовой скорости до 15,8 км/с нас ожидает сюрприз: в этом случае полет может происходить по такой траектории, благодаря которой время принудительного ожида-

ния на Марсе окажется равным нулю. Это означает, что космический корабль, который долетит до нашей соседки в Солнечной системе, не только смог бы, по и вынужден был бы сразу возвращаться на Землю, а продолжительность всей экспедиции резко сократилась бы до 149,8 суток вместо 2 лет 8 месяцев — периода, согласно взглядам, до сих пор существующим среди некоторых специалистов, необходимого для экспедиции на Марс.

Конечно, жалко было бы немедленно возвращаться «домой» еще прежде, чем участники экспедиции успеют осмотреться вокруг, и вообще в таком случае экспедиция теряет всякий смысл.

Эта проблема, поверьте, не давала мне покоя: где бы я ни находился, с кем бы ни разговаривал, мои собеседники ощущали, что я где-то витаю. И действительно так было. Мои мысли поглощены были одним: каким образом решить этот вопрос? И вот я ввел небольшое изменение траектории. Именно эта маленькая коррекция траектории космического корабля (подобных расчетов, конечно, я не могу здесь привести — они слишком сложны) может довести время пребывания участников экспедиции на Марс до нескольких дней или недель, необходимых для исследования планеты. Во всяком случае, этот огромный скачок в уменьшении продолжительности экспедиции является результатом не только наших собственных усилий, но также помощи, оказанной Природой, и этим ее «даром» надо воспользоваться, а не подвергать жизнь людей опасности.

Подобного рода скачкообразное сокращение продолжительности экспедиции мы наблюдаем (пока только в теории!) также при полете на Венеру. Однако в этом случае космонавты не сделали бы посадки на этой негостеприимной — по имеющимся данным — планете, особенно на первых стадиях исследований, а летели бы вокруг нее на относительно небольшой высоте.

Доклад на эту тему я представил Академии наук СССР еще в 1954 г. (24 января).

Каждый из нас имеет, так сказать, «своего любимого конька». В этом отношении я не исключение. Достаточно взять в руки первое и второе, выпущенное сорок лет спустя, издание моей монографии «Введение в космонавтику». На обложках обеих книг, очень отличающихся между собой оформлением, видна странная траектория. Она и является моим «коньком».

Суть этой траектории была изложена в одном из моих первых докладов, представленных Французской академии наук. В нем доказывалось, что при предварительном удалении от центрального светила в общей сложности ракета развивает меньшую скорость и тем самым употребляет меньше топлива, чем во время полета, непосредственно ведущего к цели. На моего первого оппонента, знаменитого ученого Эрнеста Эсклангона это парадоксальное явление произвело такое ошеломляющее впечатление, что вначале он кратко обосновал ошибочность моего предложения и снял его с повестки дня Академии. Но когда затем мне удалось убедить академика в правильности этой аргументации, он сам представил мой доклад Французской академии наук.

В последнее время я возвращаюсь к этим вопросам, считая, что наступило время их актуальности. Дело касается исследования Солнца из ближайшего, по возможности, расстояния.

От Солнца зависит вся жизнь на Земле. Если бы не существовало Луны, если бы не было других планет или звезд, жизнь на нашей планете протекала бы более или менее так же. Но без Солнца вообще не было бы жизни. Вот почему так важны исследования Солнца с помощью космических ракет, которые подлетят к нему на близкое расстояние. Они принесут человечеству огромную пользу.

Признаюсь, что когда в свое время путем расчетов я начертил эту траекторию к Солнцу, меня самого она поразила. Впрочем, такие вещи случались не один раз. Например, в начале 50-х годов только на основании расчетов я смог ответить на вопрос редакции одного журнала, возможно ли, чтобы Тунгусский метеорит был атомным космическим кораблем, который прилетел к нам с Марса. Сначала я подумал, что решить такую проблему за письменным столом не удастся, но все же взялся за работу. После ряда расчетов я пришел к заключению, что не только в день падения Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г., но и в течение всего этого года никакой марсианский корабль (если бы такой существовал) не мог прилететь по логически обоснованной траектории. Заодно я разработал проблему существования сезонов космической навигации.

В земных условиях мы привыкли к навигационным сезонам в водном транспорте. Известно, вода замерзает. Но ведь в межпланетном пространстве, казалось бы, ничто не мешает движению: лети, куда хочешь и когда хочешь. В действительности это не так, хотя в космосе нет замерзающих речек и озер. Но навигационные сезоны обусловлены совсем другими причинами, и необходимо с этим считаться. Я об этом доложил 23 марта 1952 г. на Третьей метеоритной конференции Академии наук СССР. Мой доклад был принят с одобрением.

Продолжим наши размышления над явлениями космических полетов, результаты которых меня самого удивили и, между прочим, послужили поводом тому, что меня наподобие Оскара Уайльда прозвали на страницах печати ряда зарубежных стран Лордом Парадоксом.

Разве не загадочно выглядит, например, следующее явление: в 12 часов дня с наклонной эстакады, направленной на запад, взлетела к орбите Венеры ракета со скоростью 11,484 км/с. Спустя 12 часов с той же эстакады взлетела вслед за ней вторая ракета со скоростью 16,279 км/с. Когда она догонит первую?

Казалось бы, это очень легко рассчитать по схеме, известной нам из школьных уроков арифметики. Между тем эта вторая ракета никогда не догонит первую и даже полетит в противоположном направлении... далеко к орбите Плутона.

Оказывается, все происходит не так просто, как на Земле.

Я думаю, что эту загадку космической навигации многие читатели правильно разрешат и объяснят себе причины невозможности догнать первую ракету.

До сих пор совершило полеты в космос около сотни человек. Однако если взглянуть в будущее, причем не слишком далекое, то перед нашими глазами откроется картина совсем другая: в меру совершенствования ракетной техники скорость истечения газов из сопла будет постепенно увеличиваться. Когда в атомной ракете она достигнет, например, 15 и более километров в секунду, вопрос уменьшения перегрузок перестанет вызывать озабоченность конструкторов ракеты, ибо тогда можно будет

продлить время взлета и значительно уменьшить перегрузку, испытываемую космонавтами, не опасаясь перегрузить топливом саму ракету.

И тогда все люди без предварительного тренинга и без ущерба для здоровья смогут в течение получаса работы двигателя переносить увеличенный всего на 50% вес своего тела. А в таких условиях космическая ракета может приобрести достаточную скорость для достижения любой планеты Солнечной системы. При этом отпадает даже необходимость применять составную ракету.

Атомная ракета может также уменьшить перегрузку во время спуска ракеты на Землю. А как показал опыт, к состоянию невесомости можно легко привыкнуть.

Из всего этого вытекает, что со временем космическое путешествие будет доступно всем.

Космонавтика разрастается, как крона большого дуба, выпускающего все новые ветви, обильно покрытые листьями. О всестороннем развитии космонавтики и достижениях в каждой из ее областей можно узнать из так называемых средств массовой информации, из обширной уже сейчас специальной литературы и, наконец, из отчетов о проведенных симпозиумах, конференциях, конгрессах, посвященных космическим проблемам. Я не намереваюсь говорить здесь о дальнейших перспективах космонавтики, которой я посвятил всю свою жизнь. Свое дело я сделал. Может быть, уже пора отдохнуть, особенно когда тебе 75 и со здоровьем у тебя неладно. Но не умею я отдыхать, не умею ничего не делать. Впрочем, у меня на это нет времени. Чем я занят? Отнюдь не мемуарами, хотя не одно издательство меня усиленно об этом просило. Меня все еще поглощают вопросы космонавтики. Не надо забывать, что космическая эра только началась. Многочисленные вопросы, над которыми я работал десятки лет тому назад и которые еще не потеряли своей актуальности, сейчас вновь являются предметом моих развернутых исследований, чтобы они могли дожидаться реализации с учетом новейших достижений смежных областей науки и техники. Должен, однако, сказать, что в моем архиве имеются расчеты, которыми я когда-то интенсивно занимался, но к которым уже больше не вернусь, считая эти проблемы «музыкой» далекого будущего. Расскажу, в чем дело.

Мы все, несомненно, гордимся тем, что космические зонды достигают все более отдаленных пространств Солнечной системы, но человеку так не терпится, что он чуть ли не готов уже ринуться к звездам.

В 1928 г. французский пионер астронавтики Робер Эно-Пельтри первый исследовал возможность полета к звездам на основе теории относительности. Однако он исходил, как я тогда убедился, из неправильных основных данных. В результате он пришел к заключению, что звезды навсегда останутся недоступными для человека. Он сформулировал это категорическим «вето природы».

Приступив к аналогичным расчетам на основе теории Эйнштейна, но приняв более логические исходные данные, я впервые пришел к выводам как раз противоположным Эно-Пельтри, а именно: экспедиция к ближайшей звезде, включая обратный путь, возможна в течение жизни одного поколения.

Работу, озаглавленную «О теоретической возможности до-

стижения звезд» я представил в 1933 г. Комитету астронавтики, который с участием Франсиса Перрена и Робера Эно-Пельтри признал ее правильной. Я удовлетворился полученным мной результатом, но больше этой проблемой не занимался, так как считал и считаю, что теория полета к звездам так же далека от жизни, как и сами звезды. Даже автомат, если он после полета к ближайшей звезде вернется на Землю, где застанет еще то же поколение, которое его выслало, явится небывалым триумфом науки и техники.

Однако подчеркиваю, что для нас, для наших детей, внуков и правнуков будут вполне достаточны исследования космического пространства и небесных тел в пределах Солнечной системы.

Раздумывая о космонавтике и ее достигнутых уже на первых порах результатах исследований, я затруднялся ответить на вопрос: что же самое главное?

Однажды, в то время, когда космонавтика еще не была нашей повседневностью и каждый новый полет в Космос был сенсацией, ко мне обратился с подобным вопросом какой-то журнал.

Я долго думал, что ответить. Вспоминаю даже, что составил на бумаге целый список космических событий и ввел для их оценки несколько различных рубрик. Не так-то оказалось легко решить, что является наибольшим достижением с начала космической эры со всех точек зрения.

И вдруг меня осенила мысль. Простая, ясная: мир! Да, я считаю, что самым большим достижением космической эры является МИР!

Основные даты жизни и деятельности А. А. Штернфельда

- 1905, 1(14) мая — Родился в г. Серадзе Пётркувской губ. (Польша).
- 1915, август — Переезд семьи Штернфельдов в г. Лодзь.
- 1917—1923 — Учеба в гимназии, г. Лодзь.
- 1923, август — 1924, май. Учеба в Ягеллонском университете, г. Краков.
- 1924, май — Приезд на учебу во Францию. До начала занятий устроился рабочим на завод «Рено» под Парижем.
- 1924, ноябрь — 1927, июль — Студент Института электротехники и прикладной механики Нансийского университета. Во время каникул работал конструктором на автомобильном предприятии Омера Самена в Париже.
- 1927, август — 1932, июнь — Технолог, конструктор и консультант промышленных предприятий в Париже (братьев Беланже, Ж. Матамороса, С. Герстера, «Бетик», «Вандевр», «Криг — Зиви»), сотрудник научно-исследовательского бюро в Бельвю.
- 1928, январь — май — Поездка в Польшу в поисках работы.
- 1928—1936 — Докторантура в Парижском университете (работа над диссертацией по проблеме космического полета).
- 1929 — Вступление в Общество межпланетных сообщений.
- 1930 — Начало переписки с К. Э. Циолковским (июнь). Статья «Вчерашняя утопия — сегодняшняя реальность. Можно ли путешествовать с Земли на другие планеты?» в «Юманите» (19 августа, 2 сентября).
- 1932, июль — август — Поездка в СССР с проектом работа-андроида.
- 1932, август — 1933, ноябрь — Работа в г. Лодзи над монографией «Введение в космонавтику». Основные положения этого труда доложены 6 декабря 1933 г. на научном заседании в Варшавском университете.
- 1934, январь — 1935, апрель — Инженер-консультант промышленного предприятия «Криг — Зиви», Париж.
- 1934, 22 января — Представление Французской академии наук работы «Метод определения траектории тела, движущегося в межпланетном пространстве, наблюдателем, связанным с подвижной системой».
- 1934, 2 мая — Лекция «Некоторые новые взгляды в астронавтике», устроенная в Сорбонне Французским астрономическим обществом.
- 1934, 6 июня — Присуждение Международной премии по астронавтике (REP — Hirsch).
- 1935, 14 июня — Переезд на жительство в СССР. 4 сентября 1936 г. получил советское гражданство.
- 1935, июль — 1937, июль — Работа в РНИИ.

- 1937 — Издание книги «Введение в космонавтику».
- 1937, август — 1938, апрель — Консультант Центрального научно-исследовательского института машиностроения и металлообработки (ЦНИИМАШ) НКТП.
- 1939, 16 мая — Письмо в ЦК ВКП(б) о необходимости разработки проблем межпланетных сообщений и ракетного полета.
- 1941, август — 1944, декабрь — Преподаватель Metallургического техникума в г. Серове (Свердловская обл.). Работа над проблемой ракеты для дальних перелетов.
- 1949 — Издание книги «Полет в мировое пространство».
- 1951, 23 марта — Доклад по проблеме Тунгусского феномена на Третьей метеоритной конференции.
- 1951, август — 1954, март — Инженер проектно-конструкторского бюро.
- 1953—1959 — Референт «Реферативного журнала» Института научной информации АН СССР (с 1955 г.— ВИНТИ).
- 1954, январь — 1963 — Председатель комитета по космической навигации Секции аэронавтики при Центральном аэроклубе СССР.
- 1956 — Издание книги «Искусственные спутники Земли». (В 1958 г. вышло 2-е, переработанное и дополненное издание под названием «Искусственные спутники».)
- 1960 — Избрание почетным членом Нансийского ученого общества.
- 1961 — Присуждение Нансийским университетом ученой степени доктора наук «хонорис кауза».
- 1962 — Назначение персональной пенсии республиканского значения.
- 1963 — Присуждение Международной премии Галабера по аэронавтике за 1962 г.
- 1964 — Поездка в Польшу. Торжественная церемония вручения диплома почетного гражданина г. Серадза (звание присвоено в 1963 г.). Награждение почетным знаком Общества польско-советской дружбы. Публичная лекция «Встреча с „Введением в космонавтику“» в Варшавском университете. Участие в работе XV Международного аэронавтического конгресса в Варшаве.
- 1965 — Присуждение Академией наук СССР ученой степени доктора технических наук «хонорис кауза». Присвоение почетного звания Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.
- 1974 — Переиздание книги «Введение в космонавтику» по решению Отделения механики и процессов управления АН СССР.
- 1978 — Присуждение Национальным политехническим институтом Лотарингии ученой степени доктора наук «хонорис кауза». Награждение Большой золотой медалью Промышленного общества Восточной Франции.
- 1980 — Награждение медалью Польского аэронавтического общества.
- 1980, 5 июля — А. А. Штернфельд скончался. Похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве.

Библиография

*Опубликованные работы А. Штернфельда*¹

1930

1. Utopie d'hier, possibilité d'aujourd'hui. Peut-on aller de la Terre aux autres planètes? // *L'Humanité*. 19 août, 2 sept.

1934

2. Irons-nous dans la Lune? // *L'Aéro*. 16 nov.—7 déc. N 167—170.
3. Les problèmes de la cosmonautique // *Les Ailes* (Journal hebdomadaire de la locomotion aérienne). 19 juill.—9 août. N 683—686 (Окончание см.: [10]).
4. Méthode de détermination de la trajectoire d'un corps en mouvement dans l'espace interplanétaire par un observateur lié au système mobile // *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (Paris). T. 198. P. 333—334.
5. Quand les poètes montent au ciel // *Les Nouvelles Littéraires, Artistiques et Scientifiques*. 18 août. N 618. Пер. на пол. яз.: *Zdobywanie nieba* // *Pion*. N 36.
6. Sur les trajectoires permettant l'approcher d'un corps attractif central, à partir d'une orbite keplérienne donnée // *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (Paris). T. 198. P. 711—713.

1935

7. La stratosphère et son intérêt scientifique // *L'Aéro*. 15 nov. N 219. P. 1, 5.
8. La vie dans L'Univers // *La Nature*. N 2956. P. 1—12.
9. Les Précurseurs et les Théoriciens de la Cosmonautique // *La Technique Aéronautique*. N 135. P. 20—28.
10. Les problèmes techniques de la cosmonautique // *Les Ailes* (Journal hebdomadaire de la locomotion aérienne). 7 fév.; 28 fév.; 28 mars; 6 juin. N 712; 715; 719; 729. (Начало см.: [3]).
11. Signalisation interplanétaire // *La Nature*. 1 janv. N 2944. P. 1—7.

1937

12. Введение в космонавтику. М.; Л.: ОНТИ. 318 с. (2-е изд. см.: [123]).

¹ Включают все отдельные издания и статьи в журналах, сборниках и книгах, опубликованные на русском языке; важнейшие из числа других работ, главным образом представляющие историко-технический интерес и носящие приоритетный характер (как правило, они упоминаются в тексте).

13. Некоторые вопросы расчета высотной ракеты с постоянной тягой // Ракетная техника. Л.: Арт. акад. РККА. Вып. 4. С. 37—41.
14. О влиянии распределения скоростей в газовом потоке на величину реактивного импульса // Ракетная техника. М.; Л.: ОНТИ. Вып. 5. С. 156—163.
15. О некоторых особенностях высотной ракеты // Ракетная техника. Л.: Арт. акад. РККА. Вып. 4. С. 13—36.

1938

16. К истории развития ракетного дела в дореволюционной России // Арт. журн. № 8. С. 89—92.
17. Корабли Вселенной // Знание — сила. № 11. С. 18—21.
18. Межпланетные путешествия и физиология человека // Наука и жизнь. № 11—12. С. 42—49.

1939

19. Межпланетные сообщения и физиология: (Дыхание и питание) // Наука и жизнь. № 3. С. 23—25.
20. Научные проблемы космонавтики // Сов. наука. № 7. С. 123—146.
21. Ракета // МСЭ. 2-е изд. Т. 8. С. 955—957.

1940

22. Еще о парадоксах ракеты: (Ответы на письма читателей) // Техника — молодежи. № 12. С. 58—60.
23. Из истории русской ракеты // Наука и жизнь. № 2. С. 45—47.
24. Парадоксы ракеты // Техника — молодежи. № 1. С. 14—17.
25. Прошлое и будущее ракеты // Красная звезда. 1940. 19 сент.

1941

26. Космический полет // Техника — молодежи. № 6. С. 54—56.
27. Межпланетная сигнализация // Наука и жизнь. № 5. С. 2—4.
28. Ракета // БСЭ. Т. 48. С. 199—202.
29. Ракета и межпланетные сообщения: Диапозитив. фильм. М.: Диафильм. 129 кадров.

1945

30. О расходе топлива при пересечении атмосферы ракетой с постоянным ускорением // Докл. АН СССР. Т. 49. № 9. С. 653—656.

1946

31. Из прошлого русской ракеты // Техника — молодежи. № 8—9. С. 1—4.
32. Константин Иванович Константинов — отец русской боевой ракеты: (К 75-летию со дня смерти) // Арт. журн. № 12. С. 50—57.

1949

33. Полет в мировое пространство. М.; Л.: Гостехтеориздат. 140 с. Пер. на яз.: арм., латыш., фр., португ., ит., серб.-хорв., чеш., яп., греч.

1950

34. К. Э. Циолковский и межпланетные путешествия: Сер. диaposитивов с брошюрой. М.: Главучтехпром. 31 кадр, 16 с.; 2-е изд., перераб. и доп. 31 кадр, 24 с.
35. Наша страна — родина ракетной техники // Красная звезда. 1950. 27 мая.
36. Ракеты в России начала XVII века // Арт. журн. № 3. С. 33—35.

1952

37. Великое испытание: (Репортаж-фантаст.) // Огонек. № 1. С. 25—26.
38. «ЛК-3» летит на Луну!: (Репортаж-фантаст.) // Огонек. № 47. С. 22—23.
39. Маршруты межпланетных кораблей // Техника — молодежи. № 5. С. 18—23.
40. На малой Луне: (Репортаж-фантаст.) // Огонек. № 12. С. 29—30.

1953

41. Межпланетные путешествия // Крылья Родины. № 8. С. 18—20.
42. Накауне космического полета // Техника — молодежи. № 2. С. 31—35.

1954

43. Межпланетные полеты // Молодежь мира. № 12. С. 30—32.
44. Парадоксы космонавтики // Техника — молодежи. № 1. С. 26—29.
45. Проблемы космического полета // Природа. № 12. С. 13—22.

1955

46. Астронавтика: (К 20-летию со дня смерти К. Э. Циолковского) // Физика в шк. № 4. С. 7—19.
47. Вокруг света за 88 минут: Репортаж-фантаст. // Вокруг света. № 10. С. 18—24.
48. Вокруг серебристого шара: Репортаж-фантаст. // Смена. № 5. С. 19—21; № 6. С. 21—23.
49. Луна, сделанная на Земле... // Смена. № 20. С. 19—20.
50. Межпланетные полеты. М.: Гостехтеориздат. 56 с. (2-е изд. см.: [59]). Пер. на яз: нем., латыш., литов., груз., кирг., молд., татар., рум., венг., исп., бенг., дат., англ., исл., болг., эст., гол., араб., узб., маратхи.
51. Орбитальные корабли // Техника — молодежи. № 5. С. 28—31.
52. Полет в мировое пространство // Работница. № 11. С. 30—31.
53. Полет на Луну // Крылья Родины. № 9. С. 19, 20.
54. Рейс на Меркурий: (Науч. фантаст.) // Юность. № 3. С. 86—93.
55. Kazimierz Siemienowicz // Przyjaźń. 26 czerw. S. 7. (Оригинал см.: [151]).
56. Rakiety Kazimierza Siemienowicza // Młody technik. N 1. S. 28—30. (Оригинал см.: [150]).

1956

57. Искусственная Луна // Сов. моряк. № 7. С. 14—15.

58. Искусственные спутники Земли. М.: Гостехтеориздат. 180 с. (2-е изд. см.: [72]). Пер. на яз.: ит., пол., серб.-хорв., фин., яп.
59. Межпланетные полеты. 2-е изд. М.: Гостехтеориздат. 48 с. (1-е изд. см.: [50]).
60. Полет на Марс: (Репортаж-фантаст.) // Смена. № 14. С. 18—19.
61. Современное состояние астронавтики // Крат. астрон. календарь на 1957 г. Киев: Изд-во АН УССР. С. 78—91.
62. Saukimas iš Veneros // Svyturys (Vilnius). N 6. P. 7, 8. (Оригинал см.: [162]).

1957

63. Движение искусственного спутника // Красная звезда. 8 окт.
64. Как движется спутник Земли // Известия. 8 окт.
65. Наперегонки с кометой // Комс. правда. 9 мая.
66. Неутомимый мечтатель: (К 100-летию со дня рождения К. Э. Циолковского) // Смена. № 18. с. 15.
67. Освоение космоса // Культура и жизнь. № 6. С. 24—26.
68. От искусственных спутников к межпланетным полетам. М.: Гостехтеориздат. 126 с. (2-е изд. см.: [81]). Пер. на яз.: словен., англ., чеш., латыш., кит., татар., греч., словац., нем., кор., рум., ит., норв., болг.
69. Il Satellite // Paese Sera. 9/10—19/20 ott.
70. Soviet Scientists Confident Interplanetary Rocket Flights Will Be Made in Near Future // Waterbury American. Nov. 7. P. 8.

1958

71. Астронавты раскроют тайны Марса // Вокруг света. № 10. С. 32—36; № 11. С. 10—14.
72. Искусственные спутники. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Гостехтеориздат. 296 с. (1-е изд. см.: [58]). Пер. на яз.: чеш., англ., рум., нем., латыш., литов., арм., эст.
73. О спутниках // Техника — молодежи. № 2. С. 5—7.
74. Общие характеристики искусственных спутников Земли // Крат. астрон. календарь на 1959 г. Киев: Изд-во АН УССР. С. 85—94.
75. Путь к Луне // Вокруг света. № 7. С. 1—8.
76. Les satellites artificiels // L'ère atomique: Encyclopédie des sciences modernes. Genève: Editions René Kister. T. 9. P. 114—120.

1959

77. 25 лет назад и теперь // Культура и жизнь. № 9. С. 29, 30.
78. Луна большой Луны // Техника — молодежи. № 4. С. 4.
79. Метеорит или космический корабль? // Вокруг света. № 10. С. 9—12.
80. На пути к Солнцу // Вокруг света. № 11. С. 3—5.
81. От искусственных спутников к межпланетным полетам. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Физматгиз. 204 с. (1-е изд. см.: [68]).
82. Планета — рядом // Вокруг света. № 4. С. 26—31.
83. The Use of Artificial Satellites: a Soviet Perspective // Industrial Research. Nov.—Dec. P. 44—52.

1960

84. К закону перехода количественных изменений в качественные // *Вопр. философии*. № 7. С. 111, 112.
85. О продолжительности будущих экспедиций на Марс и Венеру // *Вестн. информ. ТАСС*. 13 мая. № 7—1. 3 с.
86. Проблема торможения ракетопланов // *Сов. армия*. 23 июня.
87. Človek pokoruje vesmír. Bratislava: Smena, 141 s.
88. La course à Vénus // *France — URSS Magazine*. Oct. N 177. P. 34—38. (Оригинал см.: [162]).
89. Mars, S.O.S.! // *Études soviétiques*. Sept. N 150. P. 32—42. (Оригинал см.: [161]).
90. Sieradz i Łódź — moje miasta rodzinne // *Sztandar młodych*. 28—29 maja.
91. Stronice z życia Kazimierza Siemienowicza: (W 310 rocznicę ukazania się klasycznej pracy «Wielka sztuka artylerii») // *Żołnierz wolności*. 28 paźdź. (Оригинал см.: [152]).

1961

92. Сквозь Землю в космос // *Вокруг света*. № 1. С. 38—40.
93. Сколько должны длиться рейсы на соседние планеты? // *Ленинское знамя*. 19 мая.
94. «Странности» космической навигации // *Сов. Россия*. 12 марта.
95. Сутки в космосе — путь к планетам // *Техника — молодежи*. № 11. С. 14—15.
96. SOS z Wenus. *Fantastyka naukowa* // *Ты и я*. N 5. S. 42—45. (Оригинал см.: [162]).
97. U źródeł astronautyki. Jedna noc z Kazimierzem Siemienowiczem // *Głos robotniczy*. 12—13; 19—20 sierp. (Оригинал см.: [163]).
98. Wywiad-fantazja. Wyprawa na Marsa // *Problemy*. N 9. S. 612—617. (Оригинал см.: [161]).

1962

99. Освоение межпланетных пространств // *Шк. и пр-во*. № 3. С. 66—74.
100. Состояние американской космонавтики // *Крат. астрон. календарь на 1963 г.* Киев: Изд-во АН УССР. С. 75—81.
101. Idées prioritaires en astronautique // *Bulletin de la Société Lorraine des Sciences*. T. 2. N 1. P. 28—33.
102. Loty kosmiczne w dawnych legendach i powieściach // *Fakty i myśli*. N 2. S. 1, 7.

1963

103. Состояние космонавтики // *Крат. астрон. календарь на 1964 г.* Киев: Изд-во АН УССР. С. 113—136. В соавт. с Э. А. Штернфельд.

1964

104. «Близнецы» в полете // *Сов. Россия*. 1 февр.

1965

105. En France, hospitalière et généreuse // *Grandes Écoles à Nancy*. *Revue Trimestrielle*. P. N 12. P. 96—101. (Оригинал см.: [164]).

106. Pamiętniki (fragment) // Biuletyn Informacyjny Instytutu Lotnictwa. N 5. S. 41—48.
107. Pierwsze koncepcje i niektóre rozwiązania w kosmonautyce // Biuletyn Informacyjny Instytutu Lotnictwa. N 7. S. 17—21; N 9. S. 22—29.

1966

108. Paryż—Kaługa—Mars... // Swiat. N 31. S. 6—7.
109. Wspomnienia o Konstantym Ciołkowskim // Problemy. N 11. S. 667—676.

1967

110. Космическая эстафета: (Воспоминания о К. Э. Циолковском) // Жизнь глухих. № 4. С. 12—13.
111. Alibi statku kosmicznego: (O meteorycie tunguskim) // Problemy. N 12 (261). S. 714—723.
112. Śladami kosmonautycznych koncepcji z lat 1929—1936. Szczecin: PWN. 58 s.

1968

113. Парадоксы космонавтики // Моск. правда. 5 дек.
114. У ракетных истоков // Красная звезда. 20 дек.

1969

115. «Лифт» Земля — Луна — Земля // Вестн. информ. ТАСС. 21 янв. № 5—20.
116. Полеты в космос и времена года // Моск. комсомолец. 24 июля.

1970

117. В космос — ради будущего! // Лит. газ. 1 янв. С. 11. В соавт. с Ю. Тюриным, О. Андреевым. (То же см.: [131]).

1971

118. Говорят документы... (1930—1935 гг.) // Циолковский в воспоминаниях современников. Тула: Приок. кн. изд-во. С. 59—71. (2-е изд. см.: [135]).

1973

119. Как называются звезды... // Моск. правда. 25 дек.
120. Лауреат премии Галабера: (Сотрудничество советских и французских ученых в космосе) // Моск. правда. 15 сент.
121. Необычные рейсы // Моск. правда. 4 нояб.
122. Paradoxe Erscheinungen bei der Weltraumfahrt // Ideen des exakten Wissens (Wissenschaft und Technik in der Sowjetunion). N 1. S. 31—36.

1974

123. Введение в космонавтику. 2-е изд. М.: Наука. 240 с. (1-е изд. см.: [12]).
124. Двойник кометы Когоутека // Моск. правда. 24 февр.

1976

125. Путешествие по Центону: Фантаст. репортаж // Техника — молодежи. № 4. С. 26—27.

126. Dzieje mojej pierwszej książki // Kultura. 17 paźdz. N 42. S. 1, 5.

1977

127. O skokowym skróceniu długości trwania ekspedycji międzyplanetarnych przy stopniowym zwiększaniu prędkości lotu // Astronautyka. N 1. S. 7—9. (Оригинал см.: [158]).

1978

128. Как долго до Марса // Химия и жизнь. № 2. С. 56—57.
129. Эно-Пельтри // БСЭ. 3-е изд. Т. 30. С. 198.
130. О энергии космической // Astronautyka. N 5. S. 5—8. (Оригинал см.: [148]).

1979

131. В космос — ради будущего // Диалоги. М.: Политиздат. С. 368—376. В соавт. с Ю. Тюриным, О. Андреевым. (То же см.: [117]).

1981

132. История моей первой книги // Вопр. истории естествознания и техники. № 3. С. 134—139. (Оригинал см.: [170]).
133. Космические скорости настоящего и будущего // Земля и Вселенная. № 4. С. 40—43.
134. Zamiast posłowania // Geisler W. Ary Szternfeld — pionier kosmonautyki. W-wa: LSW. S. 231—238.

1983

135. Говорят документы // К. Э. Циолковский в воспоминаниях современников. 2-е изд., перераб. и доп. Тула: Приок. кн. изд-во. С. 57—64. (1-е изд. см.: [118]).

1985

136. Раздумья о космонавтике // Наука и жизнь. № 8. С. 85—89.
137. Эно-Пельтри // Космонавтика: Энцикл. М.: Сов. энциклопедия. С. 453, 454.

1987

138. Paradoxy kosmonautyki. W-wa: LSW. 157 s.

*Рукописные материалы А. Штернфельда*²

139. Initiation à la Cosmonautique. 1933. 490 p.
140. Заметки об испытаниях в РНИИ. 1936. 22 л.
141. Письмо А. Штернфельда И. В. Сталину от 16.05.1939. Копия. 4 л.
142. Материалы к истории русской ракеты XVIII—XIX веков. 1940. 112 л., 166 рис.
143. Расчетные формулы по Центону, 1942—1945. 27 л.
144. Таблицы и расчеты по Центону, 1945. 28 л.
145. О полете ракеты на дальние расстояния: (Таблицы). 16.08.1945. 49 л.
146. О возможности ракетного сообщения Москва — Лондон — Нью-Йорк. 1945. 15 л., 8 рис.

² Материалы хранятся в архиве у вдовы ученого.

147. Письмо А. А. Штернфельда С. И. Вавилову от 23.11.1945. Копия. 1 л.
148. О теоретической возможности использования в ракетных снарядах кинетической энергии земного шара: (Метод разгона космической ракеты). 14.05.1946. 5 л., прил.: 3 л. (Пер. на пол. яз. см.: [130]).
149. Звездная сказка. Ок. 1949. 31 л.
150. Ракеты Казимира Семеновича: (К 300-летию выхода в свет классического труда К. Семеновича «Великое искусство артиллерии»). 1949. 14 л. (Сокр. пер. на пол. яз. см.: [56]).
151. Казимир Семенович: (К 300-летию выхода в свет его классического труда «Великое искусство артиллерии»). 1949. 14 л. (Сокр. пер. на пол. яз. см.: [55]).
152. «Великое искусство артиллерии» Казимира Семеновича: (К 300-летию выхода в свет этого классического труда). 1949. 13 л. (Пер. на пол. яз. см.: [91]).
153. Откуда отправленные космические корабли могли приземлиться в день падения Тунгусского метеорита? 13.01.1951—11.03.1951. 14 л.
154. Об антинаучности предположения об искусственной природе Тунгусского метеорита: Докл. на Третьей метеорит. конф. 23.03.1951. 4 л.
155. Стационарная установка для тушения пожаров углекислотой: Заявка на изобрет. 24.08.1953. 1 л.
156. Современное состояние проблемы полета в мировое пространство: Докл. в Секции астронавтики. 09.01.1954. 19 л.
157. Венерианский скачок. 07—08.04.1954. 8 л.
158. О скачкообразном сокращении длительности межпланетных экспедиций туда и обратно при постепенном увеличении скоростей отлета, 1954—1955. 4 л. (Пер. на пол. яз. см.: [127]).
159. Письмо А. А. Штернфельда академику Л. И. Седову. 26.01.1955. Копия. 1 л.
160. Письмо А. А. Штернфельда академику Л. И. Седову. 02.03.1955. Копия. 1 л.
161. Марсианские спасательные экспедиции: Интервью-фантаст. 1960. 12 л. (Пер. на фр. яз. см.: [89], на пол. яз. см.: [98]).
162. На зов с Венеры. 1960. 14 л. (Пер. на литов. яз. см.: [62]), на фр. яз. см.: [88], на пол. яз. см.: [96]).
163. У истоков космонавтики. Одна ночь с Казимиром Семеновичем. 1960. 20 л. (Сокр. пер. на пол. яз. см.: [97]).
164. Во Франции гостеприимной и щедрой... 1964. 17 л. (Пер. на фр. яз. см.: [105]).
165. Воспоминания о детстве. 1964. 17 л. На пол. яз.
166. Космический скафандр будущего. 1965. 5 л.
167. Выступление А. А. Штернфельда в Академии наук СССР. 04.02.1966. 1 л.
168. Влияет ли время года на величину космических скоростей? 1969. 4 л.
169. К Солнцу... (Полеты к Солнцу с предварительным удалением). 1972. 21 л.
170. История моей первой книги. Около 1975. 31 л. (Сокр. вариант см.: [132]).
171. Речь А. А. Штернфельда на заседании в Московском планетарии. 13.05.1975. 10 л.
172. Как я попал в Серов. 1977. 48 л.

173. Ответы А. А. Штернфельда на вопросы В. Гайслера. Март — авг. 1979. 140 л.
174. Речь А. А. Штернфельда, подготовленная к церемонии вручения ему диплома доктора наук Национального политехнического института Лотарингии. 1980. 6 л.

*Литература о А. Штернфельде*³

175. *Белецкий В. В.* У истоков космонавтики // Природа. 1975. № 7. С. 105—107.
176. *Васильев М.* Штурман звездных трасс // Вехи космической эры. М.: Машиностроение. 1967. С. 49—52.
177. *Войскунский А.* Звездный штурман // Урал. следопыт. 1979. № 4. С. 26—29.
178. *Глушко В. П.* Вступительное слово // Штернфельд А. А. Введение в космонавтику. 2-е изд. М.: Наука. 1974. С. 3—8.
179. *Гулин Г.* Такой учитель не забудется // Серов. рабочий. 1963. 12 июня.
180. *Ивашкин В.* Жизнь, отданная мечте // Авиация и космонавтика. 1986. № 10. С. 44, 45.
181. *Ивашкин В. В., Энеев Т. М.* О работах А. А. Штернфельда по космонавтике // Из истории авиации и космонавтики. М.: ИИЕТ АН СССР, 1982. Вып. 46. С. 70—81.
182. Из отзывов о трудах А. Штернфельда. Публикации за первые 10 лет. Серов: [Серов. металлург. техникум], 1943. 12 с.
183. *Колодный Л.* За стеной кабинета — Вселенная // Моск. правда. 1975. 15 янв.
184. *Колодный Л.* Штурман космических трасс // Москва глазами репортера. М.: Моск. рабочий, 1966. С. 200—203.
185. *Мильхикер М.* Учебник по космонавтике // Огонек. 1978. № 19. С. 23.
186. *Мостовщиков А.* Город в космосе: (Модель «составного» спутника) // Моск. правда. 1963. 12 нояб.
187. *Перельман Я.* Звездоплавание: Штернфельд А. Я. Введение в космонавтику // Техн. книга. 1938. № 4. С. 75—76.
188. *Петрович Г. В., Юбилей А. А. Штернфельда* // Вестн. АН СССР. 1966. № 2. С. 189—190.
189. *Прищепа В. И.* Ари Абрамович Штернфельд: (К 80-летию со дня рождения) // Земля и Вселенная. 1985. № 6. С. 38—44.
190. *Раушенбах Б. В.* [Вступ. слово] // Земля и Вселенная. 1981. № 4. С. 40.
191. *Раушенбах Б. В.* [Вступ. слово] // Наука и жизнь. 1985. № 8. С. 85.
192. *Селешников С. И.* Ари Штернфельд: (К 60-летию со дня рождения) // Крат. астрон. календарь на 1965 г. Киев: Изд-во АН УССР, 1964. С. 130—133.
193. *Тихонравов М. К.* Критика и библиография: Штернфельд А. Я. Введение в космонавтику // Вестн. инженеров и техников. 1938. № 7. С. 443—445.
194. *Хоменко В. В.* 40 лет со времени издания в СССР книги А. А. Штернфельда «Введение в космонавтику» (1937 г.) //

³ Представлены основные из нескольких сот публикаций об ученом, включающих интервью с ним и отзывы на его работы.

- Из истории авиации и космонавтики. М.: ИИЕТ АН СССР, 1978. Вып. 33. С. 202—204.
195. Штернфельд Ари Абрамович // БСЭ. 3-е изд. 1978. Т. 29. С. 496.
 196. Штернфельд Ари Абрамович // Космонавтика: Энцикл. М.: Сов. энциклопедия, 1985. С. 440.
 197. А. А. Штернфельд — пионер космонавтики // Серов. рабочий. 1985. 12 апр.
 198. *Щербakov A. A.* Юбилей А. А. Штернфельда // Земля и Вселенная. 1975. № 5. С. 65.
 199. A. Sternfeld: Le vol dans l'espace cosmique // France — URSS Magazine. 1958. Janv. N 148. P. 21.
 200. «Artificial Satellites» by Ari Shternfeld // Astronautics. N. Y. Dec. 1958. P. 92.
 201. Ary J. Sternfeld, un des pères du «Lunik», révélait aux «Ailes» ses conceptions du futur «cosmonef» // Les Ailes. 1960. 6 févr.
 202. L'Astronomie: (Bulletin de la Société Astronomique de France). P. 1934. P. 277, 278, 325, 326.
 203. *Badowski R.* Per aspera ad astra // Kultura. 1985. 17 lip. S. 2; 24 lip. S. 2.
 204. *Badowski R.* Tam, gdzie współtwórca sputników biegł z drewnianym pałaszem // Dookoła Świata. 19 mar. 1961. N 12. S. 3—5.
 205. *Barnier L.* En URSS, avec les créateurs des satellites // Science et avenir. 1957. N 129. P. 582.
 206. *Burski L.* Navigator kosmicznych tras // Tygodnik kulturalny. W-wa, 1977. 16 stycz. S. 1, 4.
 207. Cet article a paru il y a 31 ans dans votre journal «L'Humanité» // L'Humanité. 1961. 13 avr. P. 9.
 208. *Fracassi C.* Varcheremo il sistema solare? A colloquio con Ary Sternfeld, il maggiore astrofisico sovietico // Paese sera. Roma. 1969. 15 dic. P. 3.
 209. *Gadomski J.* Ary Szternfeld — jeden z pionierów kosmonautyki // Szternfeld A. Śladami kosmonautycznych koncepcji z lat 1929—1936. Szczecin: PWN, 1967. S. 5—13.
 210. *Geisler W.* Ary Szternfeld — pionier kosmonautyki. W-wa: LSW, 1981. 255 s.
 211. *Geisler W.* Pionier nawigacji kosmicznej // Przekrój. 1980. 5 paźdz. N 1852. S. 11.
 212. *Geisler W.* Życie dla kosmonautyki: (Po zgonie Arego Szternfelda) // Astronautyka. 1980. N 3. S. 14—21.
 213. *Gomółka B.* Krakowski okres studiów Ary Szternfelda // Skrzydłata Polska. 1963. N 47. S. 18.
 214. *Gullien R.* Éloge de M. Ary Sternfeld // Université de Nancy. Rapports sur l'activité des Facultés. 1959 à 1961. Nancy. 1962. P. 275—279.
 215. *Guinard G.* Un jeune étudiant famélique Arje Szternfeld // L'Est Republicain. 1959. 29 oct. P. 3.
 216. *Harrburger R.* Ary Sternfeld, le Précurseur // France — URSS Magazine. 1965. Juill.— août. N 230. P. 36—40.
 217. *Held J.-F.* Personne ne voulut du livre qui — 30 ans à l'avance — donnait les orbites des vaisseaux cosmiques // Libération. 1963. 28—29 sept.
 218. *Hurwic J.* Pionier kosmonautyki Ary Szternfeld // Wkład polaków do nauki. W-wa: PWN, 1967. S. 9, 73—76.

219. *Howiecki M.* Romantyk i realista // *Polityka*. 1964. 5 wrześ. S. 1, 8, 9.
220. Kosmiczne paradoksy: (Rozmawiamy z Arym Szternfeldem) // *Kulisy*. 1978. 12 marz. N 11. S. 1, 7.
221. *Leon M.* Aurons-nous bientôt des fusées capables de suivre les comètes? // *L'Humanité* Dimanche. 1969. 29 déc. P. 20.
222. *Lewaszkievicz A.* Kosmos jak rzeka // *Express* ilustrowany. 1976. 22 listop. S. 5.
223. List z Moskwy. Prof. Sternfeld pozdrawia Kraków // *Przekrój*. 1961. 9 lip. N 848. S. 7.
224. *Lucius M.* Ary Sternfeld, 1905—1980 // *Bulletin de l'Académie et de la Société Lorraines des Sciences*. 1981. T. 20, N 2. P. 35—50.
225. Łodzianin — laureatem międzynarodowej nagrody astronomicznej // *Głos poranny*. 1934. 2 lip.
226. Nostra intervista parigina con il fondatore del celebre premio astronautico // *Paese sera*. Roma. 1963. 10 apr. P. 3.
227. *Pobiedonoscew J.* Ary Sternfeld — jeden z pionierów astronautyki // *Astronautyka*. 1975. N 3. S. 10—14. (Оригинал см.: [284]).
228. *Pohoryles L.* Opowieści przy świątecznym stole // *Głos pracy*. 1963. 24—26 grud.
229. Prix International L'Astronautique // *Science et Industrie*. 1934. Juill. N 246. P. 30.
230. Russian Rocketry. Ari Shternfeld: *Soviet Space Science* // *Times*, L., 1960. Jan. 8. P. 22.
231. Sesja w Sieradzu // *Skrzydłata Polska*. 1984. 11 marz. N 11. S. 15.
232. Shternfeld, Ari Abramovich // *Prominent Personalities in the USSR*. Metuchen, New Jersey, USA: The Scarecrow Press Inc., 1968. P. 570.
233. *Smith J.* «Artificial Satellites» by A. Shternfeld // *New World Review*. N. Y. Nov. 1958. P. 77—78.
234. *Sobierajski L.* Ary Jakub Szternfeld // *Polityka*. 1980. 19 lip. S. 14.
235. Sternfeld // *Dictionnaire de l'Astronautique Larousse*. P., 1964. P. 281.
236. *Subotowicz M.* «Nigdy nie zapomnę...»: (O związkach Ary Szternfelda z Polską — w 70 rocznicę jego urodzin) // *Astronautyka*. 1975. N 3. S. 8—9.
237. *Subotowicz M.* Przedmowa // *Geisler W.* Ary Szternfeld — pionier kosmonautyki. W-wa: LSW, 1981, S. 7—13.
238. *Winter F. H.* Ari Shternfeld — space populariser // *Space Education*. 1981. Dec. Vol. 1, 2. P. 88, 89.
239. *Wojalski M.* Ary Sternfeld w Nałęczowie // *Odgłosy*. 1976. 9 wrześ. S. 1, 15.
240. *Yelnick C.* Les deux amours du père de «Lunik»: (Monsieur «Champ d'étoiles») // *Ici Paris Hebdo*. 1959. 4—10 nov. P. 5, 9.
241. *Zabludovsky J.* Con Ary Sternfeld // *Siempre!* 1968. 24 en. N 761. P. 60—61.

Использованная литература

242. *Белова Н. Г.* Научные связи К. Э. Циолковского с зарубежными учеными // *К. Э. Циолковский и научно-технический прогресс*. М.: Наука, 1982. С. 184—191.

243. *Ветров Г. С.* Робер Эсно-Пельтри (1881—1957). М.: Наука, 1982. 192 с.
244. Впереди своего века. М.: Машиностроение, 1970. 312 с.
245. *Гольдовский Д. Ю., Назаров Г. А.* 25 лет космической эры: из истории создания первых ИСЗ. М.: Знание, 1982. 64 с.
246. 25 лет со времени создания при Центральном аэроклубе им. В. П. Чкалова всесоюзной Секции аэронавтики (1954 г.) // Из истории авиации и космонавтики. М.: ИИЕТ АН СССР. 1979. Вып. 37. С. 6—10.
247. *Елисеев А. С.* Техника космических полетов. М.: Машиностроение, 1983. 308 с.
248. *Ивашкин В. В.* Оптимизация космических маневров при ограничениях на расстояния до планет. М.: Наука, 1975. 392 с.
249. Космонавтика: Энцикл. М.: Сов. энциклопедия, 1985. 528 с.
250. *Левантовский В. И.* Механика космического полета в элементарном изложении. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Наука, 1980. 512 с.
251. *Оберт Г.* Мои работы по аэронавтике // Из истории аэронавтики и ракетной техники: Материалы XVIII Междунар. аэронавт. конгр. М.: Наука, 1970. С. 85—96.
252. Пионеры ракетной техники: Кибальчич, Циолковский, Цандер, Кондратюк: Избр. труды. М.: Наука, 1964. 672 с.
253. Пионеры ракетной техники: Ветчинкин, Глушко, Королев, Тихонравов: Избр. тр. (1929—1945). М.: Наука, 1972. 796 с.
254. Пионеры ракетной техники: Гансвиндт, Годдард, Эсно-Пельтри, Оберт, Гоман: Избр. труды (1891—1938). М.: Наука, 1977. 632 с.
255. *Руппе Г.* Введение в космонавтику: Пер. с англ. М.: Наука, 1970. Т. 1. 612 с.
256. *Сихарулидзе Ю. Г.* Баллистика летательных аппаратов. М.: Наука, 1982. 352 с.
257. *Сокольский В. Н.* Ракеты на твердом топливе в России. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 287 с.
258. Справочник по космической биологии и медицине. М.: Медицина, 1983. 352 с.
259. *Тарасов Е. В.* Космонавтика. М.: Машиностроение, 1977. 216 с.
260. Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева: Избр. тр. и док. М.: Наука, 1980. 592 с.
261. *Esnault-Pelterie R.* L'Astronautique. P.: Imprimerie A. Lahure, 1930. 248 p.

Использованные материалы из архива А. Штернфельда⁴

262. Объявления из газет о лекциях Штернфельда в рабочем университете «Kultur Liga», 1929—1931. 1 л.
263. Письмо Г. Оберта А. Штернфельду. 22.03.1934. 1 л.
264. Письмо В. Гомана А. Штернфельду. 22.03.1934. 1 л.
265. Письмо А. Луи-Гирша А. Штернфельду. 11.06.1934. 1 л.
266. Заключение В. П. Ветчинкина и Ю. А. Победоносцева о работе «Введение в космонавтику»: Завер. копия. Февр. 1937. 7 л.

⁴ Материалы хранятся у вдовы ученого.

267. Справка Отдела изобретений НКО СССР № 3/877 арт. о выдаче А. Штернфельду авт. свидетельства № 2843. 21.04.1938. 1 л.
268. Справка Отдела изобретений НКО СССР № 4/877 арт. о выдаче А. Штернфельду авт. свидетельства № 2842. 21.04.1938. 1 л.
269. Справка Отдела изобретений НКО СССР № 42/1095 арт. о выдаче А. Штернфельду авт. свидетельства № 2856. 09.08.1938. 1 л.
270. Письмо А. Н. Колмогорова № 20-66. 23.10.1939. 1 л.
271. Письмо М. Субботина в Отделение физико-математических наук АН СССР: Завер. копия. 28.10.1939. 1 л.
272. Письмо секретариата АН СССР № 62. 16.08.1940. 1 л.
273. Справка Комитета по Сталинским премиям № КСП-8. 20.09.1940. 1 л.
274. Рецензия М. К. Тихонравова на рукопись книги А. А. Штернфельда «Полет в мировое пространство». 31.03.1941. 3 л.
275. Отзыв академика Б. Н. Юрьева на работу А. А. Штернфельда «О возможности ракетного сообщения Москва—Лондон—Нью-Йорк»: Завер. копия. 29.10.1945. 1 л.
276. Заключение академика А. Некрасова по работе А. Штернфельда «О теоретической возможности использования в ракетных снарядах кинетической энергии земного шара». 23.04.1947. 1 л.
277. Письмо зав. редакцией механич. литературы Гостехиздата Г. А. Вольперта главному редактору журнала «Новый мир» К. М. Симопову: Копия. 1949. 21 л.
278. Отзыв о работе А. А. Штернфельда в Секции астронавтики: Копия. 13.11.1954. 2 л.
279. Отзыв Д. Е. Охочимского на работу А. Штернфельда «Метод разгона космической ракеты». 13.12.1956. 1 л.
280. Письмо Штернфельду от Тосихару Миёси, Киото, Япония. 23.11.1959. 1 л. Пер. с яп.
281. Письмо Штернфельду от Г. Микелсона, Миннеаполис, шт. Миннесота, США. 26.06.1960. 1 л.
282. Приветственный адрес Президиума АН СССР и Отделения физико-технических проблем энергетики АН СССР А. Штернфельду. 14.05.1965.
283. Письмо А. Штернфельду от А. Лумбрераса. 04.05.1966. 1 л. Пер. с исп.
284. *Победоносцев Ю. А.* Ари Штернфельд — один из пионеров космонавтики. 1971. 14 л. (Пер. на пол. яз. см.: [227]).
285. Приветственный адрес А. Штернфельду от Отделения механики и процессов управления АН СССР. 13.05.1975.
286. Воспоминания А. Калецкой. 1978. 12 л. На пол. яз.

Указатель имен

- Авербух Г. В. 10, 46
Альберт Великий (Albertus Magnus) 142
Армстронг Н. (Armstrong N.) 57
Баев Л. К. 95
Бапахевич Т. (Banachiewicz T.) 18
Белецкий В. В. 10, 109, 119
Браун И. Н. 105, 106
Бэкон Р. (Bacon R.) 142

Вавилов С. И. 86
Варваров Н. А. 95
Варшавяк Б. (Warszawiak B.) 106
Вегенер А. Л. (Wegener A. L.) 61
Велихов Е. П. 95
Верн Ж. (Verne J.) 16, 17
Ветров Г. С. 150
Ветчинкин В. П. 53, 153
Винклер И. (Winkler J.) 38
Вогт А. (Vogt H.) 25
Волков В. Н. 95
Волковицкая Т. Л. 112
Восковский Е. (Woskowski J.) 110
Вронская Г. (Wrońska G.) 157

Гагарин Ю. А. 103, 104, 105
Гадомский Я. (Gadomski J.) 40
Гайслер В. (Geisler W.) 10, 161
Галабер А. (Galabert H.) 105, 163
Глушко В. П. 38, 47, 54, 108, 110
Годдард Р. Х. (Goddard R. H.) 16, 34, 38, 63
Голайтли Ч. (Golightly Ch.) 148
Гоман В. (Hohmann W.) 9, 34, 35, 38, 41, 72, 120, 123, 136—140, 153
Гордон П. (Gordon P.) 146
Гулиа Г. Д. 95
Гулин Г. И. 85

Довженко А. П. 95, 96
Домбровский К. И. 95

Егоров Б. Б. 95

Жолио-Кюри (Joliot-Curie) 41

Зандер Ф. (Sander F. W.) 39
Зенгер Е. (Sänger E.) 38

Ивашкин В. В. 10, 141

Казанцев А. П. 10, 93—96, 119
Калецкая А. (Kalecka A.) 97
Калецкий М. (Kalecki M.) 20, 97
Каплан А. (Kaplan A.) 25
Келдыш М. В. 91, 108
Келлерман Б. (Kellermann B.) 16, 17
Кениг (Koenig) 29
Керкховэ А. (Vande-Kerchove A. K.) 148
Кибальчич Н. И. 148
Кизер К. (Kyesser von Eichstädt K.) 142

- Клавдий (Claudianus, Claudius) 142
- Козлов И. С. 10
- Колмогоров А. Н. 81
- Кольчицкий Н. М. 90
- Конгрев У. (Congreve W.) 144
- Кондратюк Ю. В. 16, 34, 35, 36, 58
- Константинов К. И. 83, 144—147
- Коперник Н. (Copernicus N.) 18
- Королев С. П. 5, 9, 38, 47—49, 96, 133
- Костин А. В. 160
- Куприн А. И. 22
- Лангемак Г. Э. 45, 47, 53, 54
- Ланжевен П. (Langevin P.) 29, 40
- Лев Философ (Leo Philosopher) 142
- Лейбензон Л. С. 86
- Леонов А. А. 57
- Липпич А. (Lippisch A.) 38
- Лопиков Б. Н. 95
- Луи-Гирш А. (Louis-Hirsch A.) 44
- Маймонид (Мошебен Маймон) 12
- Масевич А. Г. 105
- Маяковский В. В. 30
- Меркулов И. А. 95
- Михалков С. В. 95
- Мопшковский А. (Moszkowski A.) 15
- Наливкин Д. В. 114
- Наумов В. И. 95
- Николаев А. Г. 103
- Ньютон И. (Newton I.) 60
- Оберт Г. (Oberth H.) 9, 16, 34, 38, 44, 138, 152, 153
- Оклер (Auclair) 29
- Охоцимский Д. Е. 133
- Перельман Я. И. 35, 36, 54, 81
- Перрен Ж. (Perrin J.) 41
- Перрен Ф. (Perrin F.) 41
- Петр I 146
- Петров Б. Н. 110
- Победоносцев Ю. А. 5, 6, 47, 49, 53, 153, 155
- Попович П. Р. 103
- Похорылес Л. (Pohoryles L.) 85
- Пувро (Pouvreau) 26
- Пятацкий З. Г. 108
- Рапопорт Э. (Rapoport E.) 11
- Раушенбах Б. В. 10, 80
- Ремба Г. (Remba H.) 110
- Ролан Л. (Rolin L.) 36
- Рынин Н. А. 36, 38
- Севастьянов В. И. 6, 7, 95
- Семенович К. (Siemienowicz S.) 143, 144, 146
- Снирс Т. (Snyers Th.) 148
- Сокольский В. Н. 10, 146
- Станюкович К. П. 95
- Суботович М. (Subotowicz M.) 119
- Суворов А. С. 108
- Сытин В. А. 95
- Тихонравов М. К. 5, 6, 47, 81, 153
- Ткач Г. П. 158
- Уэллс Г. (Wells H. G.) 16
- Фламарион Г. К. (Flammariion G. C.) 43, 44
- Фонтана (Fontana J. de) 142
- Хазан Ф. С. 160
- Хан Э. (Hahn E.) 25
- Хиллер К. (Hiller K.) 39, 40
- Хлебцевич Ю. С. 95
- Холопцева О. В. 108

- Цандер Ф. А. 34—36, 74
Циолковская Л. К. 47
Циолковский К. Э. 5, 6, 9, 16,
30, 33—38, 45—47, 63, 67—
71, 75, 97, 115, 148—152, 162
Цицерон (Cicero) 17
- Шиловский К. В. 28, 29
Шистовский К. Н. 95
Шмидт О. Ю. 82
Шпанов Н. Н. 95
Штамер Ф. (Stamer F.) 38
Штернфельд Г. Л. 46, 84, 105
Штернфельд И. Н. 10
Штернфельд М. А. 10
- Штернфельд Э. А. 10
Шуберт Ф. (Schubert F.) 18
Эйнштейн А. (Einstein A.) 15,
79
Энеев Т. М. 10, 110, 133, 141
Эпо-Пельтри, Эсно-Пельтри
(Esnault-Pelterie R.) 9, 34,
35, 38, 43, 44, 79, 150, 151,
153
Эрлих Г. (Erlich G.) 20, 29, 30,
38, 39
Эсклангон Э. (Esclangon E.)
42, 43
Юль Ю. (Jull J.) 147

Указатель иностранных названий

«Бетик» — Compagnie Française des Établissements «Bétic».

Позднее: Société Nouvelle des Établissements Bétic. (Paris)

«Вандевр» — Établissements de Constructions Mécaniques de Vandœuvre. (Paris)

Институт электротехники и прикладной механики Нансийского университета — Institut d'Électrotechnique et de Mécanique appliquée. (Université de Nancy. Faculté des Sciences).
В наст. время: École Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique (de Nancy), сокр. ENSEM

«Криг — Зиви» — Établissements Krieg & Zivy. (Montrouge/Seine)
Нансийское ученое общество — Société des Sciences de Nancy.

В наст. время: Académie et Société Lorraines des Sciences

Национальное бюро научно-промышленных исследований и изобретений — Office National des Recherches Scientifiques & Industrielles & des Inventions. (Bellevue). В наст. время: Laboratoires de Bellevue du CNRS

Национальный политехнический институт Лотарингии — Institut National Polytechnique de Lorraine

Предприятия братьев Беланже — Usines Bellanger Frères. La Société Anonyme des Automobiles Bellanger Frères. (Neuilly/Seine)

Предприятие С. Герстера — Bureau d'Études Industrielles. S. Gerster. (Courbevoie/Seine)

Предприятия Ж. Матамороса — Mécanique Générale. J. Matamoros. (Courbevoie/Seine)

Предприятия Омера Самена — Spécialité pour Camions U. S. A. Liberty. Omer Samyn. (Neuilly/Seine)

Промышленное общество Восточной Франции — Société Industrielle de l'Est

Оглавление

К читателям	5
Предисловие	7
Глава 1 Детство и юность (1905—1924)	
Первые изобретения и мечты о полете в космос. Лодзинская гимназия. Ягеллонский университет. Отъезд во Францию	11
Глава 2 Жизнь во Франции (1924—1932)	
Учеба в Нанси, Штернфельд — рабочий и инженер. Докторантура в Сорбонне. Дружба с Густавой Эрлих. Проект работа для Наркомтяжпрома	20
Глава 3 Начало творческого пути в космонавтике (1927—1934)	
Предшественники Штернфельда. Переписка с Циолковским. Статья в «Юманите». Работа над монографией «Введение в космонавтику». Доклады для Французской академии наук. Международная премия по астронавтике	33
Глава 4 На новой родине (1935—1937)	
Переезд в СССР. Работа в РНИИ. «Парадоксы» ракеты. Завершение труда «Введение в космонавтику». Сотрудничество с Г. Э. Лангемаком. Изобретения для космонавтики	45
Глава 5 «Введение в космонавтику» (1937)	
Научно-физические основы космического полета. Расчет и конструирование ракет. Устойчивость и управление движением ракет-носителей и космических аппаратов. Баллистика ракет-носителей и космических аппаратов. Проблемы создания реактивных двигателей. Обеспечение жизнедеятельности экипажа в космическом полете	58
Глава 6 На пороге космической эры (1938—1956)	
Научная публицистика Штернфельда. Письмо в ЦК ВКП(б). Трудные годы войны (г. Серов). Ракета для мар-	

шрута Москва—Лондон—Нью-Йорк. Книга «Полет в мировое пространство». Научно-фантастические репортажи. Секция астронавтики	81
Глава 7	
Осуществление мечты (1957—1980)	
Начало космической эры. «Искусственные спутники». Признание научных заслуг. Поездки в Польшу. Мысли о будущем космонавтики. «Занимательная космонавтика»	98
Глава 8	
Исследования в области механики космического полета	
Анализ общих закономерностей межпланетных полетов. Межпланетные траектории с возвращением к Земле. Выбор промежуточной орбиты. Космические траектории с предварительным удалением	114
Глава 9	
Исследования по истории ракетной техники	
	142
Послесловие	
	152
Приложение	
Значение космонавтики	162
Раздумья о космонавтике	164
Основные даты жизни и деятельности А. А. Штернфельда	
	171
Библиография	
	173
Указатель имен	
	186
Указатель иностранных названий	
	189

Владимир Иосифович Прищепа
Галина Петровна Дронова

**Ари Штернфельд —
пионер космонавтики
1905—1980**

Утверждено к печати
редколлекцией научно-биографической серии
Академии наук СССР

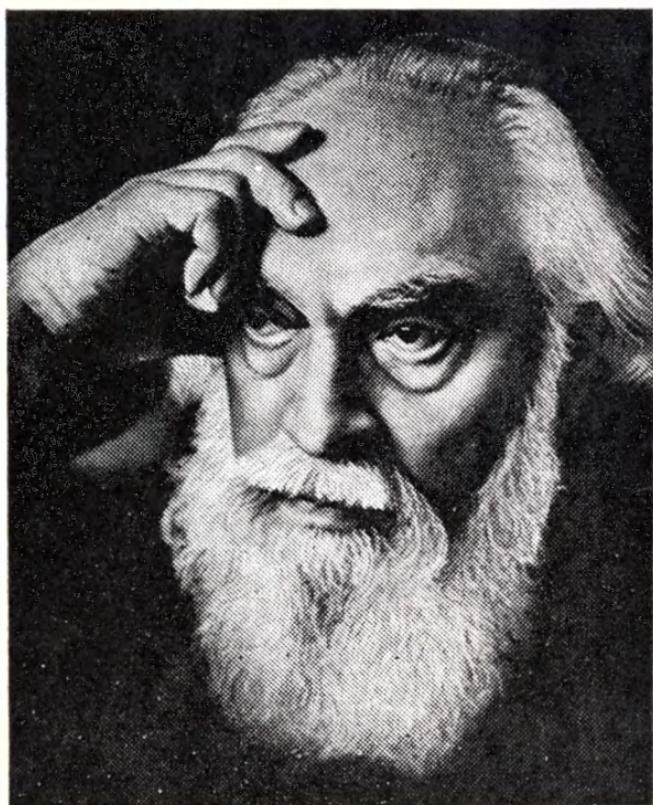
Редактор издательства В. П. Большаков
Художественный редактор Н. Н. Власик
Технические редакторы Т. А. Калинина,
А. С. Бархина
Корректоры Л. Р. Мануильская, Р. В. Молоканова

ИБ № 35234

Сдано в набор 30.03.87.
Подписано к печати 05.08.87.
Т-05684. Формат 84×108^{1/32}.
Бумага типографская № 1.
Гарнитура обыкновенная
Печать высокая
Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр. отт. 10,3. Уч.-изд. л. 10,5.
Тираж 10 300 экз. Тип. зак. 338
Цена 50 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»
117864, ГСП-7, Москва, В-485,
Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6



В.И.Прищепа

Г.П.Дронова

Ари ШТЕРНФЕЛЬД-
пионер
космонавтики



ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

Космодемьянский А. А.

КОНСТАНТИН ЭДУАРДОВИЧ ЦИОЛКОВСКИЙ

2-е ИЗДАНИЕ, ДОПОЛНЕННОЕ

Книга посвящена рассказу о жизни и работах К. Э. Циолковского по аэронавтике, ракетной технике и космонавтике. Рассмотрены некоторые вопросы научно-технического творчества ученого. Второе издание дополнено двумя главами: «К. Э. Циолковский и классическая механика в России» и «О воспитании научной фантазии» (читая К. Э. Циолковского)».

Для тех, кто интересуется историей отечественной науки и техники.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазинов «Книга — почтой» «Академкнига»:

480091 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 Баку, 5, ул. Джапаридзе, 13; 320093 Днепропетровск, проспект Ю. Гагарина 24; 734001 Душанбе, проспект Ленина, 95; 252030 Киев, ул. Пирогова, 4; 277012 Кишинев, проспект Ленина, 148; 443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2; 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7; 220012 Минск, Ленинский проспект, 72; 117192 Москва, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 Новосибирск, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6; 450059 Уфа, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42; 310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87.