

УДК 52(15)(091); 52(15)(092)

К 50-летию полета в космос Ю.А. Гагарина

Восхождение к звёздам

А.И. Максимов

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

E-mail: maksimov@itam.nsc.ru

Кратко прослежена история развития космонавтики и подготовки к первым пилотируемым полетам в космос. Приведены подробности разработки советской межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, послужившей основой для создания ракет-носителей типа «Спутник»–«Восток»–«Восход»–«Молния»–«Союз». Продемонстрирован вклад выдающихся конструкторов ракетно-космической техники В. фон Брауна, С.П. Королева и В.П. Глушко, а также академика М.В. Келдыша в развитие космонавтики и осуществление первых космических полетов. Дана сводка испытательных пусков и пилотируемых полетов космических кораблей «Восток» и «Меркурий», а также приведены основные характеристики ракет-носителей «Восток», «Редстоун», «Атлас-Д», «Восход» и «Союз».

Ключевые слова: космонавтика, пионеры ракетной техники, жидкостный ракетный двигатель, баллистическая ракета, ракета-носитель, космический корабль, спускаемый аппарат, пилотируемый полет.

ВВЕДЕНИЕ

Ровно полвека назад, 12 апреля 1961 года в 9:07 по московскому времени с космодрома Байконур стартовала ракета-носитель (РН) «Восток» с первым в мире пилотируемым космическим кораблем (КК), на борту которого находился старший лейтенант Военно-воздушных Сил СССР Ю.А. Гагарин. Совершив один виток вокруг Земли, Юрий Алексеевич благополучно приземлился на парашюте в Саратовской области вблизи Волги. Этот исторический полет продолжительностью 108 минут, открывший дорогу в космос, стал одним из величайших достижений на длительном пути развития человечества. За прошедшие с того дня полвека пилотируемая космонавтика успешно преодолела этапы всеобщего восторга и эйфории первых лет прорыва в космос, выдающихся экспедиций на Луну, создания и обживания первых орбитальных станций. Были разработаны космические транспортные системы многоразового применения «Спейс Шаттл» и «Энергия–Буран», недавно на околоземной орбите практически завершилось сооружение совместными усилиями 15 государств огромной 500-тонной

Международной космической станции с экипажем из 6 человек, после чего человечество повторно вернулось к идее осуществления мечты первых покорителей космоса о полетах на Марс и другие небесные тела.

У ИСТОКОВ КОСМОНАВТИКИ

Люди с незапамятных времен привыкли считать центром Вселенной Землю, но уже в 360 году до нашей эры древнегреческий философ Гераклид Понтийский говорил своим ученикам, что планеты Меркурий и Венера вращаются вокруг Солнца, хотя само Солнце, по его мнению, движется вокруг Земли. Спустя менее столетия Аристарх Самосский фактически предложил современную схему Солнечной системы, называемую системой Коперника, и около 280 года до нашей эры попытался даже определить расстояние от Земли до Солнца и Луны. Примерно через полвека путем измерения длины тени в день летнего солнцестояния Эратосфен Киренский (276–194 гг. до н.э.) довольно точно вычислил радиус Земли (вместо 6378 км он получил 6311 км, т. е. ошибся всего на 1 %). В последующие годы значительный вклад в развитие астрономии внес Гиппарх (180–126 гг. до н.э.). Он сумел определить продолжительность года и первым вычислил расстояние Луны от Земли и наклон эклиптики (плоскости вращения планет) к экватору, а также оставил после себя каталог положений 850 звезд, разделенных на 6 классов по их яркости.

Несмотря на значительные достижения древнегреческих ученых в разгадке истинного строения Вселенной, в конечном итоге победу одержали консервативные взгляды Аристотеля (384–322 гг. до н.э.) и Клавдия Птолемея (умершего примерно в 168 г.). Аристотель и Птолемей отвергали всякую мысль о существовании других миров и утверждали, что именно Земля располагается в центре Вселенной, а все звезды, Солнце и другие планеты вращаются вокруг нее. Мощное давление христианской церкви на любую свежую научную мысль позволило геоцентрической системе Птолемея, изложенной им в знаменитой работе «Великое математическое построение астрономии в 13 книгах», более известной как «Альмагест», продержаться почти в неизменном виде около полутора тысяч лет, вплоть до конца XVI века.

Основы современной системы мироздания были заложены научными работами Николая Коперника (1473–1543), Иоганна Кеплера (1571–1630) и Галилео Галилея (1564–1642). Книга Коперника «Об обращениях небесных сфер» была напечатана в Нюрнберге в 1543 году незадолго до кончины автора. Своей работой польский астроном заложил основы гелиоцентрической системы, поместив Солнце в центре, хотя Земля и планеты у него все еще двигались по эпициклам, которые, в свою очередь, вращались вокруг Солнца по большим окружностям. В 1616 году, когда новая идея стала всерьез угрожать каноническим взглядам Аристотеля, инквизиция внесла книгу Коперника в список запрещенных трудов, и она оставалась под запретом в течение более двухсот лет, вплоть до 1828 г.

Работа Кеплера «Новая астрономия» («О движениях Марса»), посвященная изучению закономерностей движения Марса на основе наблюдений датского астронома Тихо Браге (1546–1601), вышла из печати в 1609 году. В этой книге Кеплер изложил два из трех своих законов движения планет, позже получивших полное подтверждение законом всемирного тяготения английского физика и математика Исаака Ньютона (1643–1727). Построение современной гелиоцентрической системы фактически завершилось вскоре после изобретения телескопа и первых наблюдений с его помощью Луны, звезд, туманностей и открытия четырех крупных спутников Юпитера итальянским физиком и астрономом Галилеем. Результаты

своих астрономических наблюдений он изложил в «Звездном вестнике», напечатанном в 1610 году.

В 1692 году во время великого противостояния Марса и Земли ученые провели первый международный эксперимент по определению реальных масштабов Солнечной системы. При обработке результатов наблюдений Джованни Кассини (1625–1712) определил, что расстояние от Земли до Солнца составляет более 128 миллионов километров [1], что было довольно близко к истине (по современным данным его средняя величина равна 149597870 км).

Поначалу мечты людей о полетах в другие миры воплощались лишь в мифах и фантастических произведениях. Первый фантастический рассказ о путешествии на Луну был написан уже в 160 г. н.э. греческим софистом Лукианом Самосатским. Герои «Истинных историй» Лукиана оказались на Луне после того, как ужасная буря подхватила и подняла в небо корабль Одиссея. После длительного перерыва, связанного с мрачными временами средневековья, в Европе наступила эпоха Возрождения. В начале XVII века рассказы Лукиана несколько раз были переизданы на греческом языке, а затем — в переводе на латынь. В 1634 году они вышли на общедоступном для широких слоев населения английском языке. Повести Лукиана послужили толчком для многих последующих фантастических произведений о полетах на Луну и другие небесные тела. Среди авторов нового поколения оказался и знаменитый ученый И. Кеплер. Его книга «Сон, или Астрономия Луны» с фантастическим описанием Луны и ее обитателей появилась в 1634 году (уже после смерти автора).

В XIX веке бурное развитие ствольной артиллерии направило мысли авторов научно-фантастических романов на более правдоподобный способ осуществления межпланетных путешествий с помощью гигантских пушек. Именно такой способ достижения космических скоростей излагался в романах знаменитого французского фантаста Жюль Верна (1828–1905) «С Земли на Луну» и «Вокруг Луны», изданных в 1865 и 1869 годах соответственно, которые до сих пор вызывают неподдельный интерес у читателей.

Научно-фантастические произведения в конце XIX – начале XX веков сыграли важную роль в распространении идей межпланетных полетов среди широких слоев населения, прежде всего, среди молодежи. Вскоре многие талантливые люди всерьез увлеклись идеей межпланетных путешествий и стали искать реальные способы их осуществления.

Наиболее древнее упоминание о попытке использования ракет для путешествия человека приводится в рассказе о китайском мандарине Ван Гу, якобы соорудившем в 1500 году из двух больших воздушных змеев летательный аппарат, оснащенный 47 крупными пороховыми ракетами. Однако первая же попытка полета на этом аппарате завершилась гибелью изобретателя из-за взрыва ракет на старте. Из фантастов набор пороховых ракет для полета на Луну первым «использовал» в 1649 г. французский писатель Сирано де Бержерак (1619–1655) [1–3].

Хотя реальное существование реактивной силы теоретически было уже обосновано И. Ньютоном, довольно долго многие, в том числе и некоторые серьезные ученые, все еще сомневались в возможности использования ракет для полетов в безвоздушном пространстве.

Первые опыты по использованию пороховых ракет для подъема мышей и крыс на высоту были проведены в Париже ракетным мастером Клодом Руджиери в начале XIX века. В России проект управляемого ракетного аппарата для полета человека в воздухе первым предложил народоволец Николай Иванович Кибальчич (1853–1881), специалист по взрывчатым веществам, участник убийства царя Александра II 1 марта 1881 года. Его записи были обнаружены среди бумаг царской

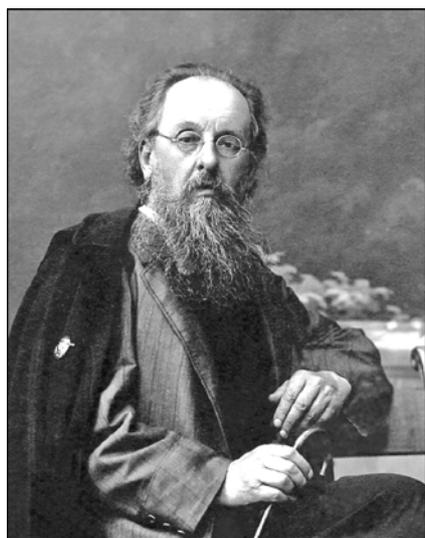
охранки лишь после Октябрьской революции и опубликованы в журнале «Былое» (№ 4–5) в 1918 году [4].

Ракетный прибор для космических путешествий среди ученых и инженеров первым предложил в своем докладе в 1891 году Герман Гансвиндт (1856–1934). В 1899 году в Берлине вышла его монография под названием «Das jüngste Gericht», где была описана конструкция космического корабля, движущегося за счет выстрелов небольших снарядов динамитными патронами [5].

Постепенно стало ясно, что для увеличения скорости и дальности полета ракет необходимо использовать более калорийное топливо, чем дымный порох. Российский ученый-изобретатель С.С. Неждановский (1850–1940) рассматривал возможность использования в качестве взрывчатой смеси для ракет более эффективного жидкого горючего и окислителя (керосина с азотной кислотой или двуокисью азота) еще в 1882–1884 годах, однако его рукопись впервые увидела свет лишь в 1961 году [2, 6].

ПИОНЕРЫ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ И КОСМОНАВТИКИ

Общепризнанным основоположником теоретической космонавтики является учитель математики из Калуги **Константин Эдуардович Циолковский** (1857–1935, рис. 1) [4, 7]. Он изложил свои первые мысли, связанные с ракетодинамикой, в дневниковых записях, сделанных в период с 20 февраля по 13 апреля 1883 года [8]. К систематическим исследованиям по космонавтике, принесшим автору мировую известность, Константин Эдуардович приступил в 1896 году. По признаниям самого ученого, толчок к этим исследованиям ему дали писатель-фантаст Жюль Верн, пробудивший «работу мозга в этом направлении», и брошюра А.П. Федорова «Новый принцип воздухоплавания, исключая атмосферу как опорную среду». Первая статья Циолковского по ракетодинамике «Исследование мировых пространств реактивными приборами» вышла из печати в майском номере журнала «Научное обозрение» за 1903 год, однако из-за утери основной части тиража по причине банкротства издателя осталась малоизвестной. Тем не менее, наряду с узким кругом знакомых автора и некоторыми учеными, с ней своевременно сумел ознакомиться будущий советский пионер ракетной техники Ф.А. Цандер [9].



В статье 1903 года К.Э. Циолковский описал конструкцию своей жидкостной ракеты и привел выведенную им основную формулу ракетодинамики, известную сейчас как формула Циолковского, которая связывает максимально возможную (так называемую характеристическую) скорость одноступенчатой ракеты со скоростью выбрасываемых из двигателя газов и отношением массы выгоревшего топлива к конечной массе ракеты:

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

где V — конечная скорость ракеты, W — эффективная скорость истечения продуктов сгорания из сопла ракетного двигателя,

Рис. 1. К.Э. Циолковский.

M_2 — масса израсходованного топлива и M_1 — конечная масса ракеты, состоящая из массы конструкции, включая остатки неиспользованного топлива, и полезного груза. Само отношение M_2/M_1 , фактически характеризующее совершенство конструкции ракеты, называется числом Циолковского.

Изучением движения тел переменной массы, т. е. ракеты, занимались и другие ученые, еще задолго до Циолковского. Уже в 1731 году в работе «Система мира» И. Ньютон описал выведение тела с земной поверхности на орбиту спутника Земли путем сообщения ему необходимой для этого скорости движения. В 1810–1813 годах У. Мур привел первые уравнения ракетодинамики. Более строгий их вывод излагался в учебнике П.Г. Тайта и У. Дж. Стила, изданном в 1856 году в Кембридже. В России все основные уравнения движения ракеты вывел в своих работах «Динамика точки переменной массы» (1897 г.) и «Уравнения движения точки переменной массы в общем случае» (1904 г.) известный математик Иван Всеволодович Мещерский (1859–1935) [10]. Первые результаты своих исследований по теории движения тел переменной массы он изложил в лекции «Один частный случай теоремы Гюльдена», прочитанной в 1893 году в Петербургском математическом обществе. Хотя формула Циолковского является лишь частным случаем уравнений Мещерского, в течение многих лет последние были известны лишь математикам-теоретикам [11].

Кроме К.Э. Циолковского, наиболее известными пионерами ракетной техники и космонавтики являются талантливые зарубежные ученые и изобретатели Р. Годдард (1882–1945), Р. Эсно-Пельтри (1881–1957), Г. Оберт (1894–1989), В. Гоман (1880–1943), а также советские инженеры Ф.А. Цандер (1887–1933) и Ю.В. Кондратюк (1897–1942). Главная заслуга в реализации идей Циолковского и других пионеров космонавтики на практике принадлежит, прежде всего, немецкому конструктору В. фон Брауну (1912–1977) и выдающимся советским конструкторам ракетно-космической техники С.П. Королеву (1907–1966) и В.П. Глушко (1908–1989).

На начальном этапе развития современной ракетной техники дальше всех сумел продвинуться американский ученый-изобретатель **Роберт Хатчингс Годдард** (рис. 2). Проблемой полета в космическое пространство он начал интересоваться с 1899 года. В 1901 году Годдард написал свою первую небольшую статью «Перемещение в космосе», в которой анализировал возможности запуска снаряда в космос с помощью пушки, а в 1909 году занес в свою тетрадку соображения об использовании многоступенчатой ракеты и различных видов топлива, включая газообразные кислород и водород. В 1912–1913 годах он занимался теорией движения ракеты, а с 1915 года приступил к проведению стендовых экспериментов по определению эффективности твердотопливных ракет в зависимости от их конфигурации, размеров и вида топлива.

В январе 1920 года вышел из печати «Сборник трудов Смитсоновского института» (том 71, № 2 за 1919 г.) с первой



Рис. 2. Р.Х. Годдард.



Рис. 3. Р. Годдард перед первым запуском своей жидкостной ракеты.

фундаментальной научной работой Р. Годдарда под названием «Метод достижения предельных высот», содержащей результаты теоретических и экспериментальных исследований автора за 1912–1916 годы. В ней американский ученый привел вывод уравнений движения ракеты с учетом сопротивления атмосферы и силы тяжести Земли и получил формулу Циолковского, записанную в другом виде.

С 1921 года Р. Годдард переключился на эксперименты по разработке более эффективных жидкостных ракет с двигателями, работающими на кислороде и углеводородном горючем (вначале на эфире, позже — на бензине). Уже в феврале–марте 1922 года он осуществил первый стендовый запуск прототипа жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) с тягой 17,7 Ньютон (1,8 кгс), а 16 марта 1926 года вблизи

Обурна в штате Массачусетс, осуществил первый в мире запуск жидкостной ракеты (рис. 3) [5].

Следующим, кому удалось провести успешный запуск жидкостной ракеты, оказался немецкий инженер Иоганнес Винклер (1897–1947). При первом пуске 21 февраля 1931 года его ракета длиной около 60 см и массой примерно 5 кг поднялась всего на 3 м, но при втором пуске 14 марта того же года она уже достигла высоты 90 м [1, 12]. В Советском Союзе первая жидкостная ракета гибридной схемы ГИРД-09 конструкции М.К. Тихонравова стартовала 17 августа 1933 года.

Летчик, авиаконструктор, инженер-изобретатель и пионер ракетной техники **Робер Альбер Шарль Эсно–Пельтри** (рис. 4) представил Французскому физическому обществу свою первую теоретическую работу в области космонавтики «Соображения о результатах неограниченного уменьшения веса двигателей» 15 ноября 1912 года и опубликовал ее в следующем году. В своей работе он рассматривал движение летательного аппарата переменной массы, анализировал различные этапы полета по трассе Земля–Луна–Земля, показал техническую возможность маневрирования с помощью вспомогательных рулевых двигателей и указал на выгодность применения ядерной энергии для осуществления межпланетных полетов. В 1928 году появилась его работа «Исследование верхних слоев



Рис. 4. Р. Эсно-Пельтри.

Рис. 5. Г. Оберт (снимок, подаренный Г. Обертом Н.С. Королевой при посещении дома-музея С.П. Королева в 1982 г.).



атмосферы при помощи ракет и возможность космических путешествий», которая стала одним из наиболее глубоких теоретических исследований по космонавтике конца 1920-х годов. В феврале того же года Эсно–Пельтри и парижский банкир Андрэ Луи Гиш учредили ежегодную международную премию, которая присуждалась ученым и изобретателям за наиболее оригинальные теоретические и экспериментальные работы по астронавтике вплоть до начала второй мировой войны.

В 1930 и 1935 годах вышли первая и вторая части обобщенной работы Р. Эсно–Пельтри по космонавтике и ракетной технике под названием «Астронавтика».

В 1932 году ученый-изобретатель приступил к созданию ЖРД с тягой более 100 кгс. Хотя работы по созданию экспериментального образца кислородно-эфирного ракетного двигателя успешно завершились в 1937 году, Эсно–Пельтри не получил финансовой поддержки для продолжения своих работ. Он прекратил свои дальнейшие экспериментальные работы по ракетной технике в связи с началом второй мировой войны и эмиграцией в Швейцарию [5, 10].

Немецкий пионер ракетной техники **Герман Оберт** (рис. 5), родившийся в Румынии и получивший высшее образование в Германии, начал интересоваться возможностью осуществления межпланетных полетов в 1907–1909 годах. В работе «Ракета к планетам», вышедшей из печати в 1923 году, он подробно рассмотрел уравнения движения ракеты и получил формулу Циолковского. Оберт проанализировал наиболее выгодные условия запуска космической ракеты с учетом сопротивления атмосферы и вращения Земли, а также дал описание конструктивных особенностей спроектированной им двухступенчатой исследовательской ракеты длиной 5 м, диаметром 55,6 см и стартовой массой 544 кг, рассчитанной на достижение высоты 1960 км.

Следующая более полная книга Г. Оберта «Пути осуществления космического полета» («Wege zum Raumschiffahrt») объемом около 400 страниц вышла в 1929 году. 23 июля 1930 года первый кислородно-бензиновый ЖРД «Кегельдюз» Оберта, развивавший тягу 69 Н (7 кгс), успешно проработал целых 90 секунд. Этот успех позволил членам Общества межпланетных сообщений (VFR), более известного как Немецкое ракетное общество, приступить к изготовлению опытных жидкостных ракет «Мирак» и «Репульсор» [1, 5, 12].

Другой немецкий инженер, архитектор **Вальтер Гоман** (рис. 6) заинтересовался полетами в космос в середине 1910-х годов. В 1925 году вышла его книга «Возможность достижения небесных тел», в которой рассматривались проблемы преодоления силы тяжести Земли, свободного полета в космическом пространстве, облёта других небесных тел, посадки на них космического аппарата и возвращения обратно на Землю. При решении задач по выбору оптимальных траекторий полета он выявил, что наиболее выгодными с точки зрения расхода топлива являются эллиптические траектории, касающиеся круговых орбит планеты отправление



Рис. 6. В. Гоман.

ния и планеты-цели. Такие траектории движения впоследствии стали называться гомановскими траекториями или эллипсами Гомана.

Следующая работа В. Гомана «Пути и время перелетов, возможности осуществления посадки», посвященная изучению межпланетных траекторий полета, появилась в 1928 году. В ней он рассмотрел полеты на Меркурий и Юпитер и показал, что путем облета других планет в ходе движения по траектории можно сократить время перелета почти в два раза [5, 10]. В настоящее время практически все полеты к дальним планетам, астероидам и кометам осуществляются по таким траекториям, т. е. путем использования гравита-

ционных (или так называемых пертурбационных) маневров.

Первые записи, касающиеся проблем космического полета, **Фридрих Артурович Цандер** (рис. 7) сделал осенью 1907 года. В отличие от К.Э. Циолковского, он искренне верил в возможность создания межпланетного корабля не в далеком будущем, а в ближайшие годы, на базе уже достигнутого к тому времени уровня развития науки и техники. Именно с такой фразы Цандер начал свою первую научную публикацию по космонавтике «Перелеты на другие планеты», появившуюся в журнале «Техника и жизнь» (№ 13) в 1924 году. Такая уверенность позволила ему сравнительно быстро перейти от начальных теоретических изысканий к конкретным инженерным расчетам, а затем и к созданию реальных конструкций — прототипа ракетного двигателя ОР-1, ЖРД ОР-2 и «10», а также первой в СССР жидкостной ракеты ГИРД-Х. В сентябре 1931 года Ф.А. Цандер и С.П. Королев организовали московскую Группу изучения реактивного движения (ГИРД или МосГИРД). Цандер стал первым руководителем этой общественной организации, а председателем технического совета — будущий главный конструктор первых советских ракетно-космических систем Сергей Павлович Королев [13, 14].

Юрий Васильевич Кондратюк (рис. 8), урожденный Александр Игнатьевич Шаргей, заинтересовался проблемами межпланетных полетов еще в годы учебы в гимназии. Свою первую рукопись без названия, в которой привел вывод основной формулы ракетодинамики, т. е. формулы Циолковского, он написал в школе прапорщиков накануне отправки на фронт осенью 1916 года. В этой же рукописи им



Рис. 7. Ф.А. Цандер.

Рис. 8. Ю.В. Кондратюк.

была предложена последовательность первых шагов по освоению космического пространства, начинающихся с полетов в атмосфере и завершающихся экспедицией на Луну. Рассматривая траектории полета в космос, Кондратюк сумел обосновать целесообразность вертикального взлета ракеты, обусловленную наличием у Земли плотной атмосферы, показать экономическую выгодность создания промежуточных баз при полетах на Луну и другие планеты Солнечной системы, а также указать на возможность значительной экономии топлива при посадке космического аппарата путем его торможения в атмосфере. Свою известную работу по космонавтике «Завоевание межпланетных пространств» ему удалось напечатать на собственные средства лишь в январе 1929 года в Новосибирске, куда он переехал в апреле 1927 года [4, 14, 15].

Несмотря на значительный вклад, внесенный в развитие ракетной техники многочисленными исследовательскими группами в 20-е и 30-е годы прошлого века, реальная перспектива прорыва в космос появилась лишь после создания первой в мире тяжелой баллистической ракеты А-4 (Aggregat-4) или V-2 (Vergeltungswaffe-2) конструкции Вернера фон Брауна, более известной в советской литературе как «Фау-2».

ГЛАВНЫЕ КОНСТРУКТОРЫ ПЕРВЫХ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Вернер Магнус Максимилиан фон Браун (рис. 9) родился в городе Вирциц 23 марта 1912 года в семье барона Магнуса фон Брауна и баронессы Эмми фон Квисторп. В апреле 1930 года он поступил в Высшую техническую школу в Бер-



лине и вошел в состав группы Германского общества межпланетных сообщений VfR. Тогда же в мастерских Берлинского химико-технологического государственного института фон Браун вместе с К. Риделем и Р. Небелем приступил к экспериментам с камерой сгорания Оберта. К октябрю 1932 года начальник Отдела боеприпасов и баллистики Армейской инспекции вооружений (АМВ) полковник Карл Беккер и руководитель разработок ЖРД при АМВ капитан Вальтер Дорнбергер организовали экспериментальную ракетную станцию в Куммерсдорфе и первым в состав ее сотрудников зачислили В. фон Брауна. В конце 1934 года группа

Рис. 9. В. фон Браун.

Брауна–Дорнбергера провела испытания ЖРД с тягой 300 кгс (3 кН) для ракет А-1 и А-2 массой по 150 кг, а в 1935 году — ЖРД с тягой 1,0–1,5 тс (10–15 кН). В 1937 году фон Браун был назначен техническим директором нового ракетного центра в Пенемюнде и ответственным за создание баллистической ракеты дальнего действия (БРДД) А-4.

2 мая 1945 года В. фон Браун и его ближайшие сотрудники сдались американцам. Соединенным Штатам достались вся техническая документация и около 100 ракет А-4 вместе с хорошо подготовленным военным персоналом. В Америке с немецкими ракетчиками были заключены контракты на их участие в программах испытаний и высотных пусков А-4. 1 апреля 1950 года группу фон Брауна в составе 120 бывших сотрудников Пенемюнде перевели с ракетного полигона Уайт Сэндз в Редстоунский арсенал в Хантсвилле. На новом месте немецкие специалисты приступили к разработке баллистической ракеты, предназначенной для доставки массивного ядерного заряда на 400 км. Команда фон Брауна произвела первый пуск своей ракеты, названной «Редстоун», 20 августа 1953 года. Именно модификации этой ракеты обеспечили вывод на орбиту 31 января 1958 года первого американского искусственного спутника Земли (ИСЗ) «Эксплорер-1» и полеты первых астронавтов США Алана Шепарда и Вирджилла Гриссома в космос по баллистической траектории 5 мая и 21 июля 1961 года.

14 апреля 1955 года Вернер фон Браун получил гражданство США. 1 июля 1960 года его коллектив из Военного агентства баллистических снарядов (ABMA) был передан Национальному управлению США по аэронавтике и космосу (NASA). Фон Браун стал первым директором нового центра НАСА, переименованного в Космический центр им. Дж. Маршалла (MSFC), где руководил разработкой ракет-носителей семейства «Сатурн», обеспечивших пилотируемые экспедиции «Аполлонов» на Луну. В январе 1970 года он был освобожден от должности директора Центра Маршалла и назначен заместителем управляющего НАСА по планированию. Переехав в штаб-квартиру НАСА в Вашингтоне, фон Браун пытался добиться осуществления проекта пилотируемых экспедиций к Венере и Марсу с высадкой астронавтов на марсианскую поверхность. Однако к тому времени США уже погрязли в непопулярной среди населения Вьетнамской войне, и руководству страны было не до новых дорогостоящих космических путешествий. К тому же, после более чем убедительного реванша над Советским Союзом в «Лунной гонке» большинство американцев потеряло свой прежний интерес к космическим полетам.

17 июля 1972 года В. фон Браун покинул НАСА и стал вице-президентом фирмы Fairchild Industries, а в 1975 году организовал Национальный космический институт. Он скончался 16 июня 1977 года и был похоронен во дворе церкви в пригороде Вашингтона.

Основоположник практической космонавтики **Сергей Павлович Королев** (рис. 10) родился в Житомире 12 января 1907 года в семье преподавателя русской словесности. С осени 1910 года он жил у родителей матери в Нежине. После образования в 1923 году Общества друзей воздушного флота (ОДФ) и Общества авиации и воздухоплавания Украины и Крыма (ОАВУК) Королев начал заниматься в планерном кружке ОАВУК в Одессе. Уже в июле 1924 года Авиационно-технический совет Одесского отделения ОАВУК рассмотрел и одобрил проект его первого планера К-5. В том же году Королев поступил на авиационное отделение механического факультета Киевского политехнического института, где сразу же подключился к строительству учебного планера КПИ-Зуч конструкции С.И. Карацубы.

В 1926 году С.П. Королев перевелся на вечернее отделение аэромеханического факультета Московского высшего технического училища (МВТУ). После обучения в аэроклубе в конце марта 1927 года он получил диплом пилота-планериста, а 2 ноября 1929 года — свидетельство пилота-парителя. Параллельно с учебой и работой на авиазаводе Королев вместе с С.Н. Люшиным (1902–1978) разработал и построил в 1929 году планер-паритель «Коктебель», который в октябре принял участие в VI Всесоюзных планерных состязаниях в Крыму. Его дипломным проектом, выполненным под руководством А.Н. Туполева (1888–1972), стал проект двухместного легкого самолета СК-4. 28 октября 1930 года на VII Всесоюзном слете планеристов на новом пилотажном планере Королева СК-3 «Красная звезда» В.А. Степанченко (1901–1943) впервые в мире выполнил 3 петли Нестерова в свободном парении.

В 1931 году С.П. Королев участвовал в организации Группы изучения реактивного движения (ГИРД) при Бюро воздушной техники Центрального совета Осоавиахима и стал председателем ее технического совета. 14 июля 1932 года председатель ЦС Осоавиахима Р.П. Эйдемман (1895–1937) подписал приказ о преобразовании ГИРД из общественной организации в научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую организацию по разработке ракет и двигателей. Этим приказом С.П. Королев был назначен начальником ГИРД. В 1933 году Королев руководил пусками первых советских жидкостных ракет ГИРД-09 конструкции М.К. Тихонравова и ГИРД-Х конструкции Ф.А. Цандера.

21 сентября 1933 года приказом начальника вооружений Рабоче-крестьянской Красной армии (РККА) М.Н. Тухачевского (1893–1937) Ленинградская газодинамическая лаборатория (ГДЛ) и ГИРД были объединены в Реактивный Научно-исследовательский институт (РНИИ). Руководителем РНИИ был назначен начальник ГДЛ Иван Терентьевич Клейменов (1899–1938), а его заместителем — С.П. Королев. Из-за возникших между бывшим руководством ГДЛ и ГИРД разногласий по поводу планов дальнейших работ института уже 19 марта 1934 года Сергей Павлович был отстранен от должности и переведен старшим инженером в сектор крылатых ракет, возглавляемый Е.С. Щетинковым (1907–1976). В том же году в Военном издательстве вышла книга Королева «Ракетный полет в стратосфере».



В феврале 1936 года С.П. Королев стал начальником отдела реактивных летательных аппаратов, который после преобразования РНИИ в НИИ-3 Наркомата оборонной промышленности был переименован в Группу № 3. Под его руководством в 1932–1938 годах были разработаны крылатые ракеты 212, 216, 217, 301 и ракетный планер РП-318, созданный на основе двухместного планера СК-9.

В мае 1937 года по обвинению в шпионаже были арестованы и вскоре расстреляны М.Н. Тухачевский и группа видных военачальников СССР. В ноябре

Рис. 10. С.П. Королев.

арестовали, а затем расстреляли руководителей НИИ-3 И.Т. Клейменова и Г.Э. Лангемака (1898–1938). 23 марта 1938 года под арестом оказался конструктор ЖРД В.П. Глушко, а в ночь с 27 на 28 июня настала очередь С.П. Королева.

Военная коллегия Верховного суда СССР 27 сентября 1938 года на закрытом судебном заседании приговорила Королева к 10 годам тюремного заключения. После длительной задержки в Новочеркасской пересыльной тюрьме до июня 1939 года он был отправлен через Владивосток и Магадан на золотодобывающий прииск Мальдяк, где из-за авитаминоза вскоре заболел цингой и чуть не умер.

Благодаря бесконечным хлопотам матери М.Н. Баланиной (1888–1980) и ходатайству прославленных летчиков, Героев Советского Союза и депутатов Верховного Совета М.М. Громова (1899–1985) и В.С. Гризодубовой (1910–1993) 13 июня 1939 года Пленум Верховного суда СССР отменил прежний приговор Королеву и передал его дело на новое рассмотрение. Случайно, но символично, что именно 28 февраля 1940 года, в день первого полета своего РП-318 с включенным ЖРД, Сергей Павлович был доставлен обратно в Москву. После повторного присуждения 8-ми лет исправительно-трудовых лагерей он с 18 сентября оказался в спецтюрьме Наркомата Внутренних дел (ЦКБ-29 НКВД), размещенной в здании КОСОС (Конструкторского отдела сектора опытного самолетостроения) ЦАГИ в Москве, где принял участие в разработке крыла для бомбардировщика Ту-2.

19 ноября 1942 года по ходатайству В.П. Глушко Королев прибыл из Омска, куда был эвакуирован вместе с ЦКБ-29, в Казань. В специальном конструкторском бюро НКВД при Казанском моторостроительном заводе № 16 (ОКБ-16) он занимался разработкой и летными испытаниями авиационной реактивной установки (АРУ). За создание АРУ с ЖРД РД-1 и РД-1ХЗ (с химическим зажиганием) конструкции В.П. Глушко по решению Президиума Верховного Совета СССР от 27 июля 1944 года С.П. Королев в составе группы из 35 человек был досрочно освобожден из заключения со снятием судимости. Он был окончательно реабилитирован 18 апреля 1957 года.

В составе Межведомственной технической комиссии по изучению немецкой трофейной ракетной техники с 7 сентября 1945 года по январь 1947 года С.П. Королев находился в Германии. Приказом министра вооружения Д.Ф. Устинова (1908–1984) 9 августа 1946 года он был назначен главным конструктором «Изделия № 1» (копии ракеты А-4) и стал начальником проектного отдела № 3 СКБ только что организованного НИИ-88 (НИИ реактивного вооружения). В августе 1956 года С.П. Королев назначается руководителем и Главным конструктором выделившегося из НИИ-88 и ставшего самостоятельной организацией ОКБ-1.

Под руководством С.П. Королева были созданы и сданы на вооружение боевые баллистические ракеты Р-1, Р-2, Р-5, Р-7, Р-9 и Р-11, разработаны твердотопливные ракеты РТ-1 и РТ-2, ракеты-носители «Спутник», «Восток», «Восход» и «Союз», первые спутники Земли, космические корабли (КК) и межпланетные автоматические станции (МАС) «Луна», «Марс» и «Венера», а также сверхтяжелая ракета Н-1 для пилотируемых полетов на Луну. Королев был техническим руководителем подготовки и проведения всех пилотируемых полетов КК «Восток» и «Восход».

14 апреля 1947 года С.П. Королев избирается членом-корреспондентом Академии артиллерийских наук, 23 октября 1953 года — членом-корреспондентом Академии наук СССР, а 20 июня 1958 года — действительным членом АН СССР. За свои выдающиеся заслуги в развитии ракетной техники и космонавтики он был дважды удостоен звания Героя Социалистического труда (в 1956 и 1961 гг.), награжден многими орденами и медалями, в 1957 году стал лауреатом Ленинской

Рис. 11. В.П. Глушко.

премии. С.П. Королев скончался 14 января 1966 года в возрасте 59 лет на операционном столе. Его имя стало известно всему миру лишь после этой печальной даты [16–18].

Основоположник советского ракетного двигателестроения **Валентин Петрович Глушко** (рис. 11) родился 2 сентября 1908 года в Одессе в зажиточной семье уволенного в запас прапорщика. Он заинтересовался проблемами космонавтики после прочтения книг «Из пушки на Луну» и «Вокруг Луны» Ж. Верна и «Межпланетные путешествия» Я.И. Перельмана (1882–1942) и с 26 сентября 1923 года начал переписываться с К.Э. Циолковским. В 1924 году Глушко провел наблюдения Луны, Венеры, Марса, Юпитера, Солнца и приступил к публикации научно-популярных статей по космонавтике. В том же году он подготовил рукопись книги «Проблемы эксплуатации планет» в двух частях («О будущем Земли» и «О будущем человечества»), но издать ее не сумел.

В 1925 году В.П. Глушко поступил вольнослушателем на физическое отделение физико-математического факультета Ленинградского университета, а через год стал студентом второго курса. Во время учебы он разработал проект гелиоракетоплана с электротермическим реактивным двигателем (ЭРД). С 15 мая 1929 года В.П. Глушко работал в ГДЛ, куда был приглашен для организации сектора по разработке ЭРД.

С начала 1930 года по совету начальника Ленинградской газодинамической лаборатории Б.С. Петропавловского (1898–1933) Глушко переключился на разработку ЖРД. В январе 1934 года он вместе с лабораторией переехал в Москву для продолжения работ в составе РНИИ. В газодинамической лаборатории под руководством В.П. Глушко были созданы опытные реактивные моторы (ЖРД) от ОРМ-1 с тягой 20 кгс (200 Н) до ОРМ-52 с тягой 300 кгс (3 кН), а в РНИИ — от ОРМ-53 по ОРМ-70.

15 августа 1939 года В.П. Глушко был осужден на 8 лет исправительно-трудовых лагерей и направлен в Особое техническое бюро НКВД при авиадвигательном заводе № 82 в Тушино. Летом 1940 года группа Глушко оказалась в Казани в спецотделе № 28 НКВД на авиадвигательном заводе № 27. После объединения эвакуированного из Воронежа авиазавода № 16 с заводом № 27 было образовано Особое конструкторское бюро 4-го Спецотдела НКВД СССР. 10 января 1942 года ОКБ и отдел № 28 были реорганизованы в ОКБ-16, в состав которого вошло КБ-2 по разработке авиационных ЖРД во главе с главным конструктором В.П. Глушко.

К середине 1942 года в КБ-2 был создан однокамерный ЖРД РД-1 с турбонасосным агрегатом и тягой 300 кгс, а к маю 1943 года на его базе группа С.П. Королева разработала реактивную установку АРУ (РУ-1). Официальные стендовые испытания РД-1 прошли в августе 1943 года, а 1 октября 1943 года переоборудованный бомбардировщик Пе-2 совершил первый полет с включенной АРУ. Всего серийно было изготовлено более 200 экземпляров двигателей РД-1 и РД-1ХЗ. За создание



ЖРД РД-1 в августе 1944 года В.П. Глушко был досрочно освобожден со снятием судимости, но полностью реабилитирован лишь 29 сентября 1956 года.

7 декабря 1944 года ОКБ 4-го Спецотдела НКВД было преобразовано в ОКБ-СД (специальных двигателей). В сентябре 1945 года за создание РД-1ХЗ в числе большой группы сотрудников НИИ-1 (бывшего НИИ-3) и ОКБ-СД В.П. Глушко был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а С.П. Королев получил орден «Знак Почета».

С июня по декабрь 1945 года и с мая по декабрь 1946 года В.П. Глушко находился в Германии, где занимался изучением конструкции и характеристик ЖРД ракеты А-4. Руководитель Министерства авиационной промышленности (МАП) М.В. Хруничев (1901–1961) 7 июня 1946 года подписал приказ о налаживании производства этого ЖРД на авиазаводе № 456, расположенном в подмосковном городке Химки. Вскоре В.П. Глушко был назначен руководителем ОКБ-456 при этом заводе (переименованного после слияния с заводом в Научно-производственное объединение «Энергомаш») и оставался на посту главного конструктора вплоть до 1974 года, когда стал Генеральным конструктором и генеральным директором НПО «Энергия» (ныне Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени академика С.П. Королева). В ОКБ-456 и НПО «Энергомаш» под руководством В.П. Глушко были созданы мощные кислородно-спиртовые ЖРД РД-100 (аналог двигателя ракеты А-4), РД-101 и РД-103, кислородно-керосиновые РД-107, РД-108, РД-111, кислородно-гидразиновый РД-119, азотно-кислотно-керосиновый РД-214, азотно-кислотно-гидразиновые РД-216, РД-219 и РД-253, фтор-аммиачный РД-301 и ряд других ракетных двигателей, а также ракета-носитель сверхтяжелого класса «Энергия».

В 1935 году вышла книга В.П. Глушко и Г.Э. Лангемака «Ракеты, их устройство и применение», а в 1948 году в МВТУ был издан курс лекций Глушко «Основы устройства реактивных двигателей на жидком топливе». В 1955 году была издана следующая книга В.П. Глушко под названием «Источники энергии и их использование в реактивных двигателях». В 1969 году издательство «Машиностроение» выпустило на 5 языках книгу В.П. Глушко «Ракетные двигатели ГДЛ–ОКБ. 1929–1969 гг.». В 1973, 1981 и 1987 годах вышли 3 издания его книги «Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР», а в 1977 году — книга «Путь в ракетной технике». Под редакцией В.П. Глушко были изданы энциклопедии «Космонавтика» (в 1968, 1970 и 1985 гг.) и многотомные справочники по термодинамическим свойствам продуктов сгорания и других веществ (в 1956–1982 гг.). По его инициативе на базе отдела химической термодинамики Института высоких температур в Москве был создан Центр данных о термодинамических свойствах индивидуальных веществ (Термоцентр РАН имени академика В.П. Глушко).

23 октября 1953 года В.П. Глушко избирается членом-корреспондентом АН СССР, 20 июня 1958 года — действительным членом АН СССР по специальности «Теплотехника», а 31 декабря 1976 года — действительным членом Международной академии астронавтики. Он был дважды удостоен званий Героя Социалистического Труда (в 1956 и 1961 гг.), награжден пятью орденами Ленина (в 1956, 1958, 1968, 1975 и 1978 гг.), орденом Трудового Красного Знамени (в 1945 г.), Октябрьской Революции (в 1971 г.) и многочисленными медалями, в том числе Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР № 2 (в 1958 г., медаль № 1 была вручена С.П. Королеву). В.П. Глушко стал лауреатом Ленинской (в 1957 г. за создание ЖРД РД-107 и РД-108) и двух Государственных премий (в 1967 и 1984 гг. за справочники по термодинамическим свойствам веществ).

23 марта 1988 года В.П. Глушко провел последнее заседание Совета главных конструкторов под своим председательством. Он скончался в больнице 10 января 1989 года и был похоронен на Новодевичьем кладбище [19, 20].

НАКАНУНЕ ПРОРЫВА В КОСМОС

Предварительные исследования, связанные с разработкой баллистической ракеты А-4 стартовой массой 12700 кг и расчетной дальностью полета 275 км, способной нести боевую часть массой 1000 кг, начались в Германии летом 1936 года. К концу 1937 года под руководством фон Брауна и Риделя над проектом первой в мире тяжелой управляемой ракеты дальнего действия трудились уже около 120 ученых и сотни рабочих. Главным конструктором ЖРД был Вальтер Тиль, технологом по двигателю — Вальтер Ридель. Для отработки новой системы управления была создана ракета половинного масштаба А-5 длиной 5,83 м, диаметром корпуса 0,78 м и стартовой массой 900 кг. Всего до 1941 года было осуществлено 25 испытательных пусков ракеты А-5.

Огневые испытания камеры сгорания ЖРД с тягой 25 тс для ракеты А-4 начались в 1940 году. 21 марта на испытательном стенде двигатель впервые непрерывно проработал 60 секунд [21]. Первый экспериментальный пуск А-4 состоялся 13 июня 1942 года и оказался неудачным. Из-за отказа системы управления через полторы минуты после старта ракета упала в море на расстоянии около километра от пусковой площадки и взорвалась. 16 августа второй испытательный пуск также завершился аварией. На этот раз ракета успешно преодолела «звуковой барьер», но у нее оторвался носовой конус, и на 45-й секунде полета она отклонилась от курса и развалилась на части. Первого успеха удалось добиться лишь 3 октября 1942 года (рис. 12), когда ракета № 4 поднялась на высоту 85 км, преодолела 190 км и разорвалась в четырех километрах от намеченной цели. До июля 1943 года был произведен 31 пуск, но многие из них завершились взрывами, отказами системы подачи топлива, пожарами двигательного отсека и отклонениями ракеты от заданного курса полета. С 8 сентября 1944 года начался массированный обстрел ракетами А-4 («Фау-2») территории Англии. По данным английского историка Ирвинга, всего было изготовлено 6103 ракеты «Фау-2», из них 5789 — на подземном заводе «Миттельверк» и 314 — на опытном заводе в Пенемюнде. Из 4300 использованных боевых ракет 1402 были выпущены по Англии (при этом 1054 достигли цели), остальные — по территории Бельгии и другим целям [22–24].

В июне 1944 года первые достоверные сведения и отдельные агрегаты упавшей в Швеции ракеты А-4 попали в руки

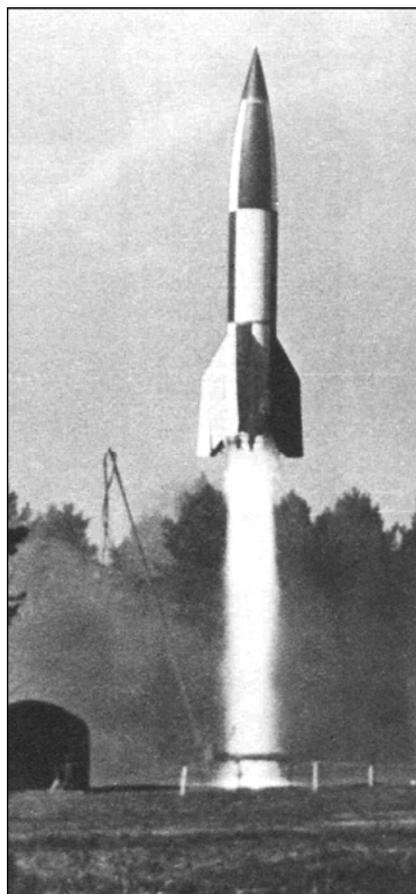


Рис. 12. Старт ракеты А-4.

англичан [23]. Чуть позже по просьбе премьер-министра Великобритании У. Черчилля начались совместные поисковые работы советских и английских специалистов на освобожденной территории Польши вблизи Дебице, где располагался резервный учебно-исследовательский полигон немцев. По найденным обломкам удалось воссоздать конструкцию всей ракеты, и для многих специалистов параметры ЖРД ракеты А-4 оказались просто ошеломляющими. С конца апреля 1945 года обширные работы по всестороннему изучению немецкой техники велись уже на территории самой Германии. Из Советского Союза в Германию были направлены около 300 человек, в том числе Ю.А. Победоносцев (1907–1973), Н.А. Пилюгин (1908–1982), М.С. Рязанский (1909–1987), Б.Е. Черток (р. 1912), В.П. Глушко, С.П. Королев и другие будущие главные конструкторы и организаторы советской ракетно-космической техники и промышленности [18, 25, 26]. К середине лета 1947 года силами института «Нордхаузен» в Германии, а затем НИИ-88 в Подлипках (ныне город Королев) были подготовлены две партии по 10 ракет А-4. 18 октября 1947 года на новом Государственном центральном полигоне Капустин Яр был осуществлен первый пуск ракеты А-4. За месяц было запущено 11 ракет, и только 5 из них долетели до своей цели [22].

Американцы провели первое огневое испытание трофейной ракеты А-4 на полигоне Уайт Сэндз 15 марта 1946 года, а с 16 апреля начали регулярные исследовательские пуски в вертикальном направлении. До конца октября 1951 года для исследований верхних слоев атмосферы было использовано 69 ракет А-4. Примерно 2/3 из них поднялись выше 80 км и позволили получить ценные научные данные [27].

13 мая 1946 года И.В. Сталин (1879–1953) подписал секретное Постановление Совета Министров СССР № 1017-419сс «Вопросы реактивного вооружения», посвященное развитию ракетной техники в Советском Союзе. По данному постановлению был создан новый Специальный комитет (№ 2) при Совете Министров СССР под председательством Г.М. Маленкова (до этого уже имелись Совет по радиолокации, преобразованный в 1947 году в Спецкомитет № 3, и Спецкомитет № 1 по ядерной тематике). Головным министерством по разработке и производству реактивных снарядов с ЖРД было назначено Министерство вооружения, а министр вооружений Д.Ф. Устинов — заместителем председателя Спецкомитета № 2. Постановление № 1017-419сс предусматривало создание НИИ реактивного вооружения и КБ на базе завода № 88 (НИИ-88), других НИИ и КБ, Государственного Центрального полигона реактивной техники (ГЦП), ракетной воинской части и четко определяло обязанности смежных министерств. В качестве первоочередных ставились задачи воспроизведения дальнобойных ракет «Фау-2» и зенитных ракет «Вассерфаль». Также были уточнены цели работ советских специалистов по реактивной технике в Германии и принято решение о переводе КБ и немецких специалистов к концу 1946 года из Германии в СССР. Были учтены и вопросы продовольственного обеспечения специалистов, а также подготовки новых кадров в институтах и университетах [28].

Несмотря на послевоенную разруху и тяжелое экономическое положение страны, за неимоверно малый по нынешним временам срок в отделе № 3 СКБ-88 и ОКБ-1 НИИ-88 под руководством С.П. Королева были созданы и приняты на вооружение БРДД Р-1 (аналог А-4), Р-2, Р-5, Р-11, Р-11ФМ для подводных лодок и носителя ядерного оружия Р-5М. Впервые в мире 2 февраля 1956 года ракета Р-5М доставила атомный заряд на расстояние 1200 км. За создание ракетно-ядерного комплекса Р-5М (8К51) члены первого Совета главных конструкторов С.П. Королев, В.П. Бармин, В.П. Глушко, В.И. Кузнецов, Н.А. Пилюгин, М.С. Рязанский и заместитель Королева В.П. Мишин (1917–2001) были удостоены званий Героев

Социалистического Труда [28, 29]. Теперь перед советскими конструкторами остро встала задача разработки баллистической ракеты межконтинентальной (8000–10000 км) дальности полета.

Благодаря улучшению совершенства конструкции $\mu_k = M_k/M_0 = (M_0 - M_T)/M_0$, где: M_k — масса конструкции вместе с массой полезной нагрузки, M_0 — стартовая масса ракеты, а M_T — масса основных и вспомогательных компонентов топлива, от 0,32 (у Р-1) до 0,15 (у Р-5) и 0,08 (у Thor, США), а также использованию более эффективных кислородно-керосиновых ЖРД примерно за 10 лет дальность полета одноступенчатой ракеты удалось довести до 3000–3500 км. Попытки дальнейшего увеличения ее дальности полета за счет простого наращивания стартовой массы становились нецелесообразными: требовались принципиально новые решения.

Еще в годы второй мировой войны первый шаг в этом направлении был сделан немецким ученым Эйгеном Зенгером (1905–1964). Он вместе со своей супругой И. Бретт в 1944 году подготовил секретный отчет, в котором рассматривался проект ракетного самолета стартовой массой 100 тонн, имеющего дальность полета более 10000 км. Такой дальности предполагалось добиться за счет планирующего полета по волнообразной траектории после подъема ракетоплана на высоту нескольких десятков или сотен километров. Альтернативой этому являлось применение многоступенчатых ракет, предложенных К.Э. Циолковским и другими пионерами ракетной техники. Окончательный выбор наиболее рационального варианта дальнейшего развития ракетной техники можно было сделать только на основе всестороннего анализа и тщательных расчетов. В СССР основным организатором таких исследований стал академик М.В. Келдыш (рис. 13), вековой юбилей которого в феврале 2011 года торжественно отметили научные и общественные круги России и других стран.

Известный советский ученый в области математики, механики, космонавтики и выдающийся организатор науки **Мстислав Всеволодович Келдыш** (10.02.1911–24.06.1978) родился в Риге в семье известного инженера-строителя, профессора Рижского политехнического института. В 1931 году он окончил физико-математический факультет МГУ и поступил на работу в ЦАГИ, где прошел путь от инженера до начальника отдела динамической прочности. В годы работы в ЦАГИ Келдыш внес огромный вклад в решение проблемы флаттера крыльев и органов управления скоростных самолетов, а также шимми (самовозбуждающихся колебаний) переднего колеса трехколесного шасси. Еще в годы учебы в университете он начал свою преподавательскую деятельность. В 1932–1953 годах (с перерывами в военные годы) преподавал в МГУ, являясь доцентом физико-математического факультета, а затем — профессором механико-математического и заведующим кафедрой физико-технического факультетов. Параллельно, с 1933 года М.В. Келдыш работал по совместительству в Математическом институте им. В.А. Стеклова АН СССР (МИАН, с 1966 г. Институт прикладной математики — ИПМ АН СССР). Осенью 1934 года он поступил в аспирантуру МИАН к профессору М.А. Лаврентьеву (1900–1980). В 1935 году М.В. Келдышу была присвоена ученая степень кандидата физико-математических наук (без защиты),



Рис. 13. М.В. Келдыш.

а в следующем году — степень кандидата технических наук (также без защиты). 26 января 1938 года Мстислав Всеволодович защитил диссертацию на соискание степени доктора физико-математических наук по теме «О представлении рядами полиномов функций комплексного переменного и гармонических функций» [31].

За выдающийся вклад в развитие авиации в 1942 году М.В. Келдыш был удостоен Сталинской (Государственной) премии второй степени (за научные работы по предупреждению разрушений самолетов), в 1943-м — награжден орденом Трудового Красного Знамени, а в 1945-м — вторым орденом Трудового Красного Знамени и орденом Ленина. В 1943 году его избрали членом-корреспондентом АН СССР по Отделению физико-математических наук, а в 1946 году — действительным членом АН СССР по Отделению технических наук и вторично удостоили Сталинской премии второй степени за научный труд «Шимми переднего колеса трехколесного шасси».

2 декабря 1946 года М.В. Келдыш был назначен начальником НИИ реактивной авиации (НИИ-1 МАП). В то время институт находился в незавидном положении. По приказу М.В. Хруничева 30 марта 1946 года из состава НИИ-1 был выведен коллектив конструктора авиадвигателей А.М. Люлька, 24 мая совместным приказом МАП и Министерства сельхозмашиностроения — филиал № 2 Ю.А. Победоносцева со всей тематикой по реактивному вооружению, а 7 июня 1946 года от института отделился филиал № 1, который послужил базой ОКБ-4, возглавляемого конструктором ракет типа «воздух–воздух» М.Р. Бисноватом.

35-летнему академику пришлось сразу же взяться за срочное решение не только новых научных проблем, но и многих организационных вопросов. Уже 22 февраля 1947 года в письме к Хруничеву М.В. Келдыш четко определил направления научно-исследовательских работ НИИ-1, включавшие исследования рабочих процессов ЖРД и ВРД (воздушно-реактивных двигателей), свойств различных горючих и окислителей, систем автоматического управления, прочности реактивных двигателей и отработку их экспериментальных образцов на стендах и в полете. Особое внимание им уделялось созданию экспериментальной базы для испытаний ЖРД с тягой до 200 тс (2 МН) и более [32].

Организаторский талант М.В. Келдыша в полной мере раскрылся в 1961–1975 годах в период его работы на посту президента АН СССР. Президент АН Украины академик Б.Е. Патон в своем интервью в 1981 году охарактеризовал его деятельность так: «Есть одна особенность мышления, которая выделяет его и среди исследователей, и среди организаторов науки: он быстрее, точнее многих схватывал самую суть проблемы, ее зерно» [33]. За выдающийся вклад в развитие науки, ракетной техники и космонавтики М.В. Келдыш трижды удостоился звания Героя Социалистического Труда (1956, 1961, 1971 гг.), был награжден семью орденами Ленина, другими орденами и медалями. В 1957 году за осуществление запуска первого ИСЗ ему была присуждена Ленинская премия. Он также удостоился званий почетных членов Академий наук многих стран и почетного профессора ряда университетов за рубежом.

В январе 1973 года М.В. Келдыш перенес тяжелую операцию и преждевременно ушел из жизни летом 1978 года.

Поскольку в первые послевоенные годы Советский Союз, в отличие от США, не имел мощной стратегической авиации, для него задача достижения территории потенциального противника оставалась острейшей проблемой. В качестве носителей атомного, а затем и термоядерного оружия рассматривались как самолеты, так и ракеты, включая крылатые. Исследования, проведенные в 1947 году в НИИ-1 под руководством М.В. Келдыша, позволили выявить, что предложенный Э. Зенгером ракетоплан с начальной массой 100 тонн при уровне развития техники того

времени даже при использовании волнообразной рикошетирующей траектории не может обеспечить предсказанную дальность полета. Был сделан вывод, что при той же стартовой массе в 100 тонн дальности полета в 10000 км и более можно добиться лишь при совместном использовании ЖРД (с удельной тягой не менее 3000 м/с) и сверхзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (СПВРД). В отчете авторы предложили самолет дальнего действия с такой комбинированной силовой установкой (рис. 14) и подробно рассмотрели конструкцию отдельных его агрегатов. Недавно в ИТПМ СО РАН были выполнены расчеты, которые позволили уточнить, что основным преимуществом полета по рикошетирующей траектории с периодическими включениями СПВРД является не увеличение дальности полета, как считалось ранее, а существенное (примерно на порядок) снижение тепловых нагрузок на конструкцию летательного аппарата за счет уменьшения его аэродинамического нагрева в периоды пребывания в разреженных слоях атмосферы [34].

Следующей научно-исследовательской работой (НИР) М.В. Келдыша с соавторами в этом направлении, выполненной в 1953 году в МИАН СССР, стали «Теоретические исследования динамики полета составных крылатых ракет дальнего действия» [32]. Вскоре результаты этой НИР легли в основу разработок межконтинентальных крылатых ракет «Буря» и «Буран» в КБ С.А. Лавочкина и В.М. Мясищева, проводившихся под научным руководством Келдыша.

В 1948 году М.В. Келдыш был приглашен для консультаций в НИИ-88, где он познакомился с С.П. Королевым. С той поры началась их плодотворная совместная творческая работа, которая окончательно увела Мстислава Всеволодовича от авиационной тематики в область ракетной техники и космонавтики. Одним из первых примеров их совместной работы стало участие в программе исследований верхних слоев атмосферы с помощью ракет в научных и оборонных целях. В СССР пуски геофизических ракет, созданных на базе боевых ракет Р-1, Р-2, Р-5 и Р-11, начались 24 мая 1949 года.

4 декабря 1950 года вышло Постановление Совета Министров СССР о проведении НИР по теме Н-3 «Исследование перспектив создания РДД различных типов с дальностью полета 5000–10000 км с массой боевой части 1–10 т». К работам по этой теме были привлечены 15 основных КБ и НИИ. В 1951 году по техническому заданию ОКБ-1 С.П. Королева в рамках темы Н-3 в МИАН СССР С.С. Камынин и Д.Е. Охоцимский под руководством М.В. Келдыша провели обширные исследования характеристик ракет, полученных путем соединения трех или пяти одинаковых ракет, названных М.К. Тихонравовым пакетами. В работе под названием «Баллистические возможности составных ракет» в качестве базовых были взяты одноступенчатые ракеты Р-2 и Р-3 стартовыми массами 20,3 и 71 тонна и удельной тягой ЖРД в пустоте 2200 и 2790 м/с соответственно [32]. Ракета Р-2 к тому времени уже испытывалась, а эскизный проект Р-3, рассчитанной на доставку боеголовки массой 3 тонны на расстояние 3000 км, был рассмотрен на Научно-техническом совете НИИ-88 в начале декабря 1949 года.

Тщательный анализ характеристик составных ракет простой и питающей (с переливом топлива в полете из одной ракеты в другую) схем при одновременном или парном сбросе

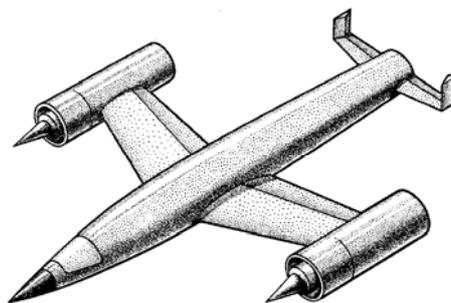


Рис. 14. Эскиз ракетоплана дальнего действия.

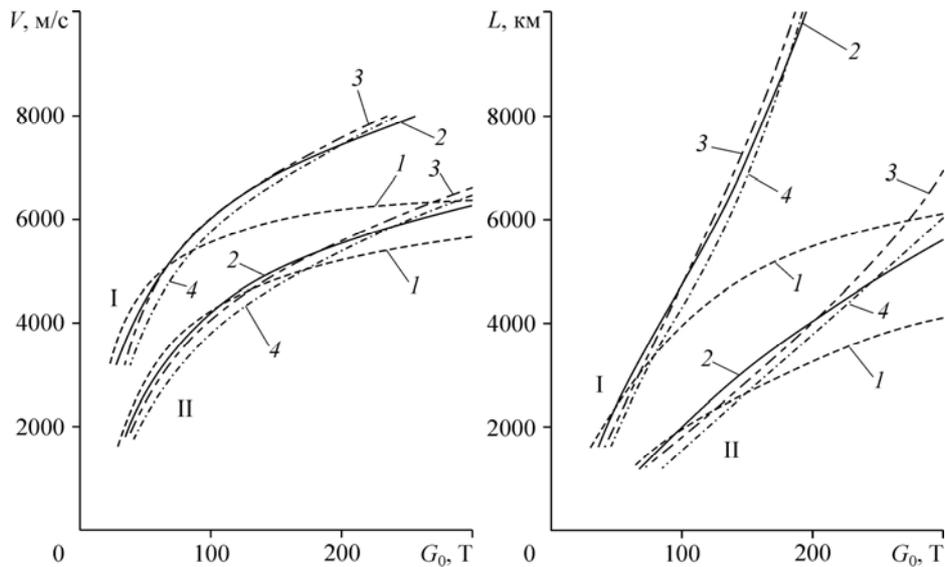


Рис. 15. Зависимости конечной скорости (а) и дальности полета (б) ракет пакетной схемы. I — полезная нагрузка 3 т, II — полезная нагрузка 10 т, количество ступеней: 1 (1), 2 (2), 3 (3), 4 (4).

четырёх боковых ракет первой ступени, недоливе топлива в баки однородных ракет первой ступени и т. д. показал, что развиваемые ими конечные скорости различаются не очень сильно. Расчёты свидетельствовали, что сборка из трёх ракет Р-3 стартовой массой $G_0 \approx 200$ тонн при массе полезной нагрузки 3 и 10 тонн вполне может развить конечную скорость (без учёта сопротивления атмосферы) $V \approx 7500$ и 5500 м/с и преодолеть расстояние $L \approx 10000$ и 4000 км соответственно [32]. При этом было показано, что для достижения такой дальности иметь более трёх ступеней невыгодно (рис. 15). Хотя простая пакетная схема по весовой отдаче оказывалась на 18 % хуже обычной ступенчатой ракеты, в то время она была весьма привлекательна для конструкторов тем, что позволяла запускать все свои двигатели на старте одновременно. Тогда опыта запуска мощных ЖРД на большой высоте ни у кого в мире ещё не было, а на его отработку могло уйти много времени.

Именно выводы данной работы позволили С.П. Королеву своевременно отказаться от создания ракеты средней дальности Р-3 и сразу приступить к разработке межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Р-7 пакетной схемы. На такой рискованный в условиях сталинского режима шаг, обеспечивший Советскому Союзу скорый прорыв в космос и принеший его конструктору всемирную славу (к сожалению, уже после смерти), мог решиться лишь истинный патриот страны, весьма решительный и твердо уверенный в своей правоте человек.

ВОПЛОЩЕНИЕ МЕЧТЫ В РЕАЛЬНОСТЬ

В ОКБ С.П. Королева проработки различных вариантов МБР с дальностью полета 7000 км начались уже в 1951 году. Наряду с баллистическими ракетами просматривались и ракеты крылатой схемы [35]. До выбора окончательного облика эпохальной ракеты Р-7 («Семерки») было рассмотрено примерно 60 вариантов компоновочных схем [16].

Постановление СМ СССР о разработке крылатых и баллистических ракет межконтинентальной дальности, способных достичь территории США, И.В. Сталин подписал 13 февраля 1953 года. Наряду с другими, этот документ содержал тему Т-1 «Теоретические и экспериментальные исследования по созданию двух-

ступенчатой баллистической ракеты с дальностью полета 7000–8000 км», представляющую детализированное продолжение темы Н-3. Конкретной задачей темы Т-1 являлась разработка эскизного проекта БРДД массой до 170 тонн, оснащенной отделяющейся головной частью массой 3 тонны с атомным зарядом. Уже в мае в ОКБ-1 была утверждена компоновочная схема МБР, а в июне для реализации проекта учреждено специальное ведомство — предшественник Министерства общего машиностроения СССР. В этом проекте маршевые ЖРД обеих ступеней ракеты выполнялись в однокамерном варианте с тягой по 80 тс при давлении в камере сгорания 60 атм. Однако такие камеры сгорания оказались склонными к вибрационному горению, приводящему к их разрушению, поэтому В.П. Глушко пришлось разрабатывать двигатели в четырехкамерном исполнении [36].

В октябре 1953 года по указанию заместителя Председателя СМ СССР В.А. Малышева, сменившего Л.П. Берия на посту руководителя Первого главного управления (атомного ведомства), ядерный заряд было решено заменить термоядерным. При этом масса боевого заряда увеличилась до 3 тонн, а общая масса боеголовки — до 5,5 тонн при сохранении необходимости прежней дальности полета 7000–8000 км. Это трудное для конструкторов и производителей решение, заставившее пересмотреть уже наметившуюся конструкцию МБР, в значительной мере предопределило успехи СССР в первые годы освоения космического пространства. По заданию С.П. Королева задача оптимизации ракеты по новым тактико-техническим требованиям была решена Д.Е. Охоцимским под руководством В.М. Келдыша в Отделении прикладной математики Института им. В.А. Стеклова [37].

В январе и феврале 1954 года состоялись совещания главных конструкторов различных систем будущего ракетного комплекса и их ближайших заместителей по вопросу создания новой МБР. На них было принято решение использовать на всех блоках первой и второй ступеней ракеты унифицированный двигатель, ограничить внешние габариты блоков размерами, допускающими их перевозку по железной дороге, подвесить ракету на стартовой площадке на специальных отбрасываемых фермах и применить на второй ступени рулевые камеры, обеспечивающие попутно точную конечную ступень тяги.

Постановление ЦК КПСС и СМ СССР № 956-408сс о разработке, изготовлении и испытании двухступенчатой МБР Р-7, рассчитанной на термоядерный заряд, вышло 20 мая 1954 года, а уже 24 июля в ОКБ-1 был завершен эскизный проект ракеты стартовой массой 260 тонн и с тягой 365 тс (3,6 МН). Ракета, состоявшая из пакета пяти отдельных блоков, разрабатывалась в проектно-конструкторском отделе С.С. Крюкова (1918–2005). Эскизный проект Р-7 (изделия 8К71) был одобрен Советом Министров СССР 20 ноября 1954 года. С.П. Королев утвердил теоретические чертежи ракеты 11 марта 1955 года, а материалы уточненного эскизного проекта — 25 июля 1956 года. К тому времени стартовая масса МБР достигла 273,5 тонн.

По инициативе заместителя С.П. Королева В.П. Мишина, ярого сторонника замены газоструйных рулей управляющими ЖРД как на центральном блоке, так и на боковых блоках первой ступени, для разработки рулевых двигателей в ОКБ-1 были приглашены бывшие сотрудники А.М. Исаева М.В. Мельников, И.О. Райков и Б.А. Соколов. Применение рулевых двигателей не только повысило эффективность основных ЖРД за счет избавления от вредного сопротивления газоструйных рулей, но и позволило снизить импульс последствия двигателей, сильно влияющий на точность попадания в цель. Уже после начала летных испытаний Р-7 В.П. Глушко заметно улучшил свои знаменитые двигатели РД-107 и РД-108, объединив их в единый блок с рулевыми ЖРД конструкции М.В. Мельникова [16, 28].

Для испытаний МБР Р-7 Государственный центральный полигон Капустин Яр в Астраханской области, где отрабатывались первые баллистические и зенитные ракеты, был явно мал. Новый Научно-исследовательский испытательный полигон № 5 Министерства обороны (НИИП-5 МО), будущий космодром Байконур, был создан по Постановлению ЦК КПСС и СМ СССР № 292-181сс от 12 февраля 1955 года у станции Тюра-Там Кзыл-Ординской области Казахстана, в 400 км юго-западнее реального поселка Байконыр. Строительство первого монтажно-испытательного корпуса (МИК) на площадке № 2 началось в июне, а первой стартовой площадки (площадки № 1) — 20 июля 1955 года. Для сооружения будущего «Гагаринского старта» был вырыт котлован глубиной 45 м, длиной 250 м и шириной более 100 м.

В апреле–июле 1956 года на опытном заводе НИИ-88 изготовили по два комплекта центрального (А) и бокового (Б) блоков для стендовых испытаний и три макетных образца Р-7 для наземной отработки, а в декабре — первый летный экземпляр ракеты 8К71 (№ М1-4СЛ) для заводских испытаний в филиале № 2 НИИ-88. Первое огневое стендовое испытание блока Б под Загорском состоялось 15 августа, блока А — 27 декабря, а всего пакета — 20 февраля 1957 года. Всего было проведено пять огневых испытаний боковых блоков, три испытания центрального блока и два испытания собранного пакета (20.02. и 30.03.1957).

Первая летная ракета № М1-5 (5Л) прибыла на техническую позицию НИИП-5 (площадку № 2) 3 марта 1957 года. Ее пуск состоялся 15 мая в 19 часов по московскому времени. Пожар в хвостовом отсеке, возникший из-за течи керосина из топливной магистрали, привел к прекращению работы двигательной установки и отделению блока Д на 98-й секунде полета, после чего ракета потеряла устойчивость. На 103-й секунде по команде системы аварийного выключения двигателей (АВД) выключились ЖРД остальных блоков. Отдельные блоки ракеты упали на землю вдоль трассы полета на удалении от 196 до 319 км от старта. Вторую ракету так и не удалось запустить и пришлось вернуть обратно на завод.

12 июля, из-за появления ошибочной команды в системе управления по каналу крена, на 38-й секунде полета ракета № 7 (М1-7) начала вращаться и вскоре развалилась на части. Первый успех пришел 21 августа, когда Р-7 № 8 (рис. 16) долетела до Камчатки, но ее головная часть разрушилась и сгорела при входе в

плотные слои атмосферы. То же самое случилось и 7 сентября 1957 года при пятом пуске ракеты [16, 21]. Две следующие МБР 8К71 первой серии были модифицированы в ракеты-носители 8К71ПС. Вынужденный перерыв в испытаниях был использован учеными и конструкторами на дополнительные исследования по теплозащите головной части МБР и изготовление новых боеголовок со сферическим закруглением носовой части.

Второй этап летно-конструкторских испытаний МБР Р-7 проходил с 30 января по 10 июля 1958 года. Из 6 стартовавших ракет две были использованы для запуска третьего советского ИСЗ. Из всех пусков этого этапа по программе МБР наиболее

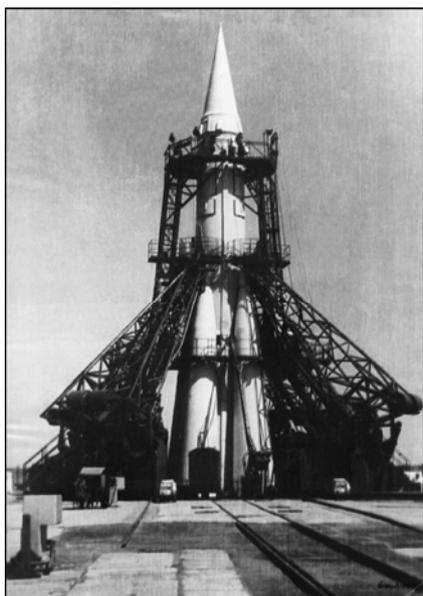


Рис. 16. МБР Р-7 на стартовой позиции.

Рис. 17. М.К. Тихонравов.

успешным оказался запуск 29 марта 1958 года, когда макет боеголовки упал с перелетом 7,5 км по дальности и отклонением вправо на 1,1 км от цели [28].

В СССР исследования проблем создания искусственного спутника Земли группа **М.К. Тихонравова** (1900–1974, рис. 17) начала заниматься в 1948 году. До этого в ГИРД, уже с начала 1932 года, бригада Михаила Клавдиевича вела разработку жидкостных ракет. 17 августа следующего года под Москвой на полигоне в Нахабино состоялся первый пуск ракеты ГИРД-09 конструкции Тихонравова. На базе экспериментальной ракеты 05 в РНИИ была создана высотная ракета «Авиавнито» длиной 3,22 м, диаметром 300 мм и стартовой массой 97 кг. Она оснащалась кислородно-спиртовым ЖРД

21к с тягой 300 кгс (3 кН) конструкции Л.С. Душкина (1910–1990) [10]. При втором пуске 15 августа 1937 года эта ракета поднялась на высоту более 2400 м. Накануне войны в НИИ-3 (бывшем РНИИ) М.К. Тихонравов принимал участие в создании первой в мире реактивной системы залпового огня «Катюша», а в годы Великой Отечественной войны трудился над разработкой ракетного самолета с индексом 302. После войны он со своей группой подготовил проект ракеты ВР-190, предназначенной для подъема двух человек на высоту 190 км. 12 апреля 1946 года проект ВР-190 был рассмотрен экспертной комиссией МАП под председательством академика С.А. Христиановича (1908–2000), но в то трудное время нашей стране было не до пилотируемых полетов в космос.

После перехода из НИИ-1 МАП (бывшего НИИ-3) в НИИ-4 Академии артиллерийских наук руководимый М.К. Тихонравовым отдел П.И. Иванова в 1947 году приступил к исследованиям проблемы достижения ракетами больших дальностей полета. Проанализировав возможности ракет различной компоновочной схемы, через год Тихонравов остановился на схеме «ракетного пакета», истоки которой шли к «эскадре ракет» К.Э. Циолковского. Полученные результаты показывали, что составные ракеты не имеют ограничений ни принципиального, ни технического характера по преодолению любых дальностей. Однако эти результаты оказались оппонентам фантастическими и пока никому не нужными. В 1949 году отдел Иванова был расформирован, а сам М.К. Тихонравов освобожден от должности заместителя директора института и назначен консультантом. Узнав о трудном положении Тихонравова, 16 декабря 1949 года С.П. Королев выдал НИИ-4 техническое задание на проведение НИР по ракетам пакетной схемы. После этого в институте была организована новая исследовательская группа. О результатах НИР «Ракетные пакеты и перспективы их развития» М.К. Тихонравов доложил на Первой научно-технической конференции НИИ-4, проводившейся 15–16 марта 1950 года. Предварительный отчет по теме Н-3 был отправлен в ОКБ-1 в конце года, а в следующих отчетах (в апреле и сентябре 1951 г.) уже подробно анализировались простейшие пакеты из трех ракет Р-2 и Р-3 (как и в НИР группы М.В. Келдыша в МИАН СССР). При этом предусматривалась и возможность использования пакета для запуска ИСЗ. Работы по изучению различных проблем создания составных ракет продолжались вплоть до 1953 года.



Первоначально в группе Тихонравова исследования проблем создания спутника велись в рамках личной инициативы и получили официальный статус только с сентября 1953 года. К концу 1955 года был разработан эскизный проект ориентированного автоматического ИСЗ с возвращаемыми кассетами. После принятия правительственного решения о создании спутника по ходатайству С.П. Королева Тихонравов и его сотрудница Л.Н. Солдатова перешли из НИИ-1 в ОКБ-1 НИИ-88. Позже за ними последовали Г.Ю. Максимов и будущий проектант первых советских пилотируемых кораблей (заодно и космонавт) К.П. Феоктистов (1926–2009).

В ОКБ-1 основные усилия отдела М.К. Тихонравова были направлены на изучение проблем создания космических аппаратов (КА) различного назначения, точности их вывода на орбиту и снабжения электроэнергией, встреч двух КА на орбите и т. д. За запуск первого спутника Тихонравов удостоился Ленинской премии, а за первый пилотируемый полет Ю.А. Гагарина — звания Героя Социалистического труда. 25 августа 1963 года М.К. Тихонравов стал заместителем Королева, но В.П. Мишин, став преемником Сергея Павловича, оттеснил его на вторые роли [38, 39].

Почти сразу же после появления ракет дальнего действия во многих странах идея создания спутника выдвинулась на передний край науки и техники. На втором Международном конгрессе по астронавтике, проходившем в Лондоне в сентябре 1951 года, члены Британского межпланетного общества К. Гэтланд, А. Кунеш и А. Диксон выступили с докладом «Минимальные размеры ракет для искусственных спутников». В своем докладе они привели анализ характеристик трехступенчатых ракет стартовой массой 16800, 62400 и 90900 кг, две последние из которых предназначались для запуска спутника массой 100 кг [1].

16 марта 1954 года член Президиума АН СССР М.В. Келдыш провел совещание, где М.К. Тихонравов выступил со своим проектом ИСЗ. Уже 26 мая С.П. Королев направил министру оборонной промышленности Д.Ф. Устинову письмо с докладной запиской Тихонравова «Об искусственном спутнике Земли», в котором предложил начать поисковые работы по спутнику [35, 40]. Это предложение получило одобрение Совета Министров СССР в августе 1954 года.

Работы по созданию спутника значительно активизировались после принятия мировой общественностью решения о проведении Международного геофизического года (МГГ) в период с 1 июля 1957 года по 31 декабря 1958 года. 4 октября 1954 года подготовительный комитет МГГ призвал ведущие страны рассмотреть вопрос о запуске небольших научных ИСЗ в период МГГ. США официально откликнулись на этот призыв 29 июля 1955 года, когда президент Эйзенхауэр в конгрессе объявил о намерении запустить свой спутник. Уже 3 августа был принят к реализации проект «Авангард» с планом запуска первого спутника в июле 1957 года. В августе же на VI-м Международном конгрессе по астронавтике, состоявшемся в Копенгагене, США и СССР официально подтвердили свои намерения осуществить запуски ИСЗ в течение МГГ.

Постановление правительства СССР о разработке научного спутника («Объекта Д») массой 1000–1400 кг вышло 30 января 1956 года. Уже в июле был утвержден эскизный проект «Объекта Д», однако изготовление для него научных приборов институтами Академии наук сильно задерживалось. В связи с этим в начале января 1957 года С.П. Королев вынужден был направить в правительство свое предложение о скорейшем запуске вместо предполагавшейся научной лаборатории двух простейших спутников (ПС), оснащенных лишь парой радиопередатчиков. Вскоре М.В. Келдыш был назначен председателем специальной комиссии при Президиуме АН СССР по ИСЗ, преобразованной позже в Межведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям при АН СССР. Поста-

Рис. 18. Слесарь-сборщик В.Я. Скопцов у первого спутника ПС-1.



новление ЦК КПСС и СМ СССР № 171-83сс о запуске и слежении за полетом этих спутников вышло 15 февраля, а 24 июня была утверждена окончательная компоновка ПС-1 [28, 35].

Непосредственная подготовка к запуску первого ИСЗ (изделия М1-ПС) — полированного шара диаметром 58 см с четырьмя штырьевыми антеннами длиной 2,4–2,9 м и массой 83,6 кг (рис. 18) — на НИИП-5 Министерства обороны СССР началась 22 сентября. Старт облегченной МБР, имевшей обозначение М1-1СП (8К71ПС), состоялся 4 октября 1957 года в 22:28:34 по московскому времени. ПС-1 вышел на орбиту высотой в перигее 228 км, в апогее 947 км и наклоном к плоскости экватора $65,1^\circ$. Первый спутник просуществовал 92 дня и сгорел в атмосфере 4 января 1958 года [10]. Вышедшая на ту же орбиту вторая ступень ракеты массой около 7700 кг, которая легко наблюдалась в ночном небе невооруженным глазом в виде бегущей звездочки, находилась в космосе до 2 декабря 1957 года.

Второй спутник ПС-2, представлявший вторую ступень ракеты с приборным отсеком и контейнером с собакой Лайкой, стартовал 3 ноября 1957 года и продержался на орбите до 14 апреля следующего года. Третий советский спутник («Объект Д» № 2) массой 1327 кг, оснащенный двенадцатью научными приборами, вышел на околоземную орбиту 15 мая 1958 года со второй попытки (27 апреля пуск аппарата № 1 завершился аварией модернизированной ракеты 8А91 № Б1-2 на 96,5 секунде полета). Он передавал научные данные до 3 июня, до полного разряда своих бортовых аккумуляторов. После этих запусков первый в мире носитель спутников 8А91, оснащенный более мощными ЖРД 8Д76 (РД-107) и 8Д77 (РД-108), стал называться ракетой-носителем «Спутник» (рис. 19, а).

28 января 1958 года академик М.В. Келдыш направил С.П. Королеву письмо с грифом «секретно», в котором высказался за решение проблемы отправки ракеты к Луне с целью попадания в нее и облета для фотографирования ее обратной стороны. При этом он выразил

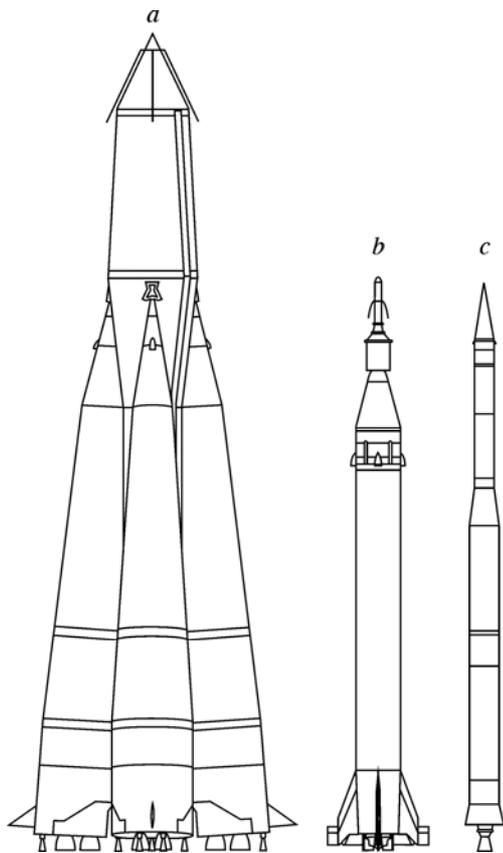


Рис. 19. Ракеты-носители «Спутник» (а), «Юпитер-С» (b) и «Авангард» (с).

уверенность, что «при весьма напряженной работе и при условии всесторонней и постоянной помощи разработка, проектирование и постройка лунной ракеты могли быть закончены в ближайшие два-три года». М.В. Келдыш говорил об облете Луны и ее фотографировании на заседании президиума АН СССР еще в сентябре 1956 года [32].

Любую интересную идею С.П. Королев не откладывал в долгий ящик. К этому времени в ОКБ-1 разработка трехступенчатого варианта ракеты Р-7 уже шла полным ходом. Постановление правительства СССР о создании на базе МБР Р-7 ракеты-носителя для достижения второй космической скорости (для запуска первых лунников) официально было принято 20 марта 1958 года. Третья ступень ракеты, блок Е начальной массой 8 тонн, оснащалась созданной совместными усилиями ОКБ-1 и ОКБ-154 С.А. Косберга (1903–1965) двигателем РО-5 (8Д714) с тягой 5 тс (49 кН) и длительностью работы 450 секунд [41]. После небольшого перерыва, вызванного изготовлением и подготовкой этой ракеты, получившей индекс 8К72, и новой партии МБР Р-7 к следующему этапу испытаний, в СССР возобновились космические пуски.

Первые три пуска РН 8К72 с целью прямого попадания в Луну завершились разрушениями первой ступени из-за появления резонансных явлений (23.09 и 12.10.1958) и выключением двигателя второй ступени из-за поломки шестерни у редуктора привода насоса перекиси водорода (4.12.1958). От опасных самовозбуждающихся колебаний давления в камерах сгорания ЖРД, вызванных упругими изгибами корпуса ракеты и колебаниями жидкости в ее топливных баках, удалось избавиться путем введения гидравлических демпферов в магистралях подачи жидкого кислорода [28, 42]. Вторую причину аварии устранили после повторения аналогичной поломки, случившейся 31 сентября 1959 года при пуске МБР Р-7.

2 января 1959 года «Луна-1» впервые достигла второй космической скорости и 4 января пролетела на расстоянии около 6000 км от поверхности Луны. Однако очередной пуск 18 июня 1959 года вновь завершился аварией второй ступени РН. Лишь «Луна-2», космический аппарат (КА) серии Е-1, стартовав 12 сентября, через 38 часов 21 минуту полета угодила прямо в Луну и полностью выполнила основную задачу. Она позволила ученым узнать об отсутствии у Луны собственного магнитного поля и радиационных поясов.

4 октября 1959 года отправилась в полет «Луна-3» массой 278,5 кг — первый советский КА серии Е-2, имевший систему управления движением и сложный бортовой радиокomплекс. Ее система управления была разработана в НИИ-1 молодым коллективом Б.В. Раушенбаха (1915–2001). 7 октября с расстояния около 7000 км «Луна-3» провела фотосъемку обратной стороны Луны и, впервые в мире, успешно выполнив гравитационный маневр, двинулась в сторону Земли для передачи полученных научных данных [10, 28].

В США Бюро авиации Военно-морских сил (ВМС) приступило к изучению проблем создания ИСЗ еще в 1945 году. Уже в следующем году в рамках исследовательского проекта фирмы «РЭНД» ВВС США подробно проанализировали возможность запуска спутника в ближайшие годы. 25 июня 1954 года на совещании в Научно-исследовательском управлении ВМС в Вашингтоне В. фон Браун выступил с проектом «Орбитер», предусматривавшим запуск ИСЗ массой 2,3 т с помощью ракеты «Редстоун». Вскоре свои собственные проекты запуска спутников выдвинули Исследовательская лаборатория ВМС (NRL) и ВВС США. Проект ВМС «Авангард» предполагал создание РН на базе жидкостных высотных ракет «Викинг» и «Аэроби» с добавлением специально разрабатываемой твердотопливной третьей ступени, а проект ВВС предусматривал использование будущей межконтинентальной баллистической ракеты «Атлас».

К 1956 году команда В. фон Брауна удлинила ракету «Редстоун», форсировала ее двигатель и установила две верхние ступени из связки четырех и одной маленьких твердотопливных ракет Baby Sergeant. Эта ракета («Юпитер-С»), предназначенная для исследований проблем входа головных частей в плотные слои атмосферы при больших скоростях, 20 сентября 1956 года достигла высоты 1094 км и преодолела расстояние 5310 км [1]. При добавлении еще одной ступени она могла вывести спутник на орбиту, однако запрос фон Брауна и Армии США использовать для этого резервную ракету «Юпитер-С» (Ракету 29) Пентагон оставил без ответа. Вплоть до появления в космосе первого советского ИСЗ группа фон Брауна так и не дождалась разрешения на запуск американского спутника.

На случай неудачи при запуске «Авангарда» министр обороны США 8 ноября 1957 года распорядился готовить РН «Юпитер-С» (рис. 19, *b*) со спутником. Действительно, 6 декабря при первой попытке запуска двигатель первой ступени «Авангарда» (рис. 19, *c*) выключился через 2 секунды после отрыва РН от стартового стола. При взрыве ракеты спутник диаметром 16,3 см и массой 1,47 кг отлетел в сторону и покатился по земле с работавшим радиомаяком. Только после этой аварии команда В. фон Брауна получила разрешение на запуск первого американского спутника своей ракетой. Верхние ступени для запуска спутника представляли связки из одиннадцати, четырех и одного РДТТ. ИСЗ «Эксплорер-1» массой 14 кг, представлявший собой 4-ю ступень ракеты, оснащенную приборным контейнером, был запущен с мыса Канаверал с помощью РН «Юпитер-С» поздним вечером 31 января (в 03:48 1 февраля по Гринвичу) 1958 года. Он вел исследования до 23 мая и позволил американцам обнаружить радиационные пояса Земли, ставшие известными как пояса Ван-Аллена по имени автора их открытия. Вслед за ним отправились в космос спутники «Авангард-1» (17.03.1958) и «Эксплорер-3» (26.03.1958) [10, 12].

В последующие годы в СССР и США достаточно интенсивно, но с переменным успехом продолжались запуски спутников различного назначения и межпланетных зондов. Первые РН, за исключением «Авангарда», создавались на базе модифицированных БР средней дальности и МБР, находившихся еще на стадии летно-конструкторских или войсковых испытаний и имевших довольно низкую надежность. Именно по этой причине в начале космической эры многие запуски заканчивались авариями РН или выходом из строя аппаратуры самих спутников в космосе, но движения человечества по пути изучения тайн Вселенной уже ничто не могло остановить. К середине 60-х годов количество аварий РН значительно снизилось и редко стало превышать 5–10 % от общего числа запусков.

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ В КОСМОС

Еще до появления первых спутников и в СССР, и в США начались предварительные работы по изучению проблем отправки человека на околоземную орбиту. В ОКБ-1 отдел М.К. Тихонравова приступил к проектированию пилотируемого корабля в начале 1957 года. 15 февраля следующего года С.П. Королев поставил перед своими проектантами конкретную задачу по разработке корабля-спутника под создаваемую на базе МБР Р-7 трехступенчатую ракету-носитель 8К72. В материале «О перспективных работах по освоению космического пространства», подготовленном совместно с Тихонравовым летом 1958 года, Королев рассматривал, наравне с другими работами, задачу создания в 1958–1960 годах спутника, функционирующего в космосе 10 суток, и в 1961–1965 годах корабля с экипажем из 2–3 человек. Он был уверен, что после выполнения намеченных на ближайшие годы работ могут быть поставлены задачи полета человека к Марсу и Венере, полета на Луну и сооружения там постоянно действующей станции-колонии [35].

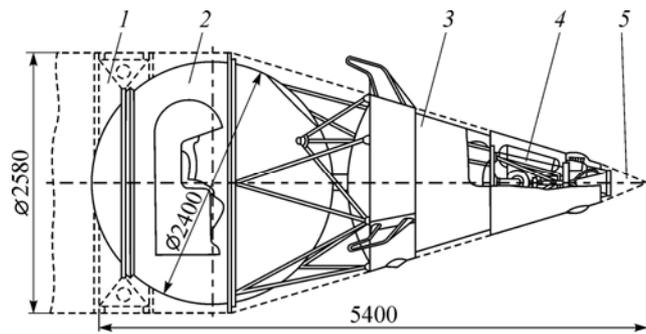


Рис. 20. Один из первых вариантов КК «Восток».

1 — переходный отсек, 2 — спускаемый аппарат, 3 — приборный отсек, 4 — тормозная двигательная установка, 5 — сбрасываемый конус.

15 сентября 1958 года С.П. Королев утвердил отчет-аванпроект отдела М.К. Тихонравова по объекту ОД-2 (спутника с человеком на борту). С целью экономии времени и упрощения конструкции первого корабля-спутника была выбрана сферическая форма спускаемого аппарата (СА), балансировка которого обеспечивается за счет смещения центра массы. В одном из первых вариантов компоновки корабля СА располагался за тормозной двигательной установкой (ТДУ) и приборным отсеком (рис. 20). В ходе дальнейшей проработки корабль превратился в ставшую впоследствии привычной модульную конструкцию с размещенным впереди СА диаметром 2,3 м и массой 2,4 тонны (рис. 21 и 22, а). Приборный отсек (ПО) максимальным диаметром 2,43 м и массой 2,3 тонны был выполнен в виде соединенных между собой двух усеченных конусов. Спускаемый аппарат крепился к приборному отсеку металлическими лентами, а вблизи стыка двух

отсеков размещались 16 шаровых баллонов со сжатым азотом для работы системы ориентации и сжатым воздухом для системы жизнеобеспечения (СЖО) корабля, рассчитанного на функционирование до 10 суток. Различные системы КК содержали в общей сложности 421 электронную лампу, 600 транзисторов, 56 электродвигателей, около 800 реле и переключателей. Ориентация КК осуществлялась с помощью двух пар из 8 газовых реактивных сопел с тягой по 1,5 кгс (14,7 Н). Для торможения перед началом спуска использовалась ТДУ-1 конструкции ОКБ-2 А.М. Исаева с тягой 1,6 тс (15,8 кН) и временем работы 45 секунд. Максимальные перегрузки при входе СА в плотные слои атмосферы достигали 8–10 g. Посадку СА со скоростью 10 м/с обеспечивал основной парашют площадью 574 м². Катапультирование космонавта производилось на высоте семи километров при

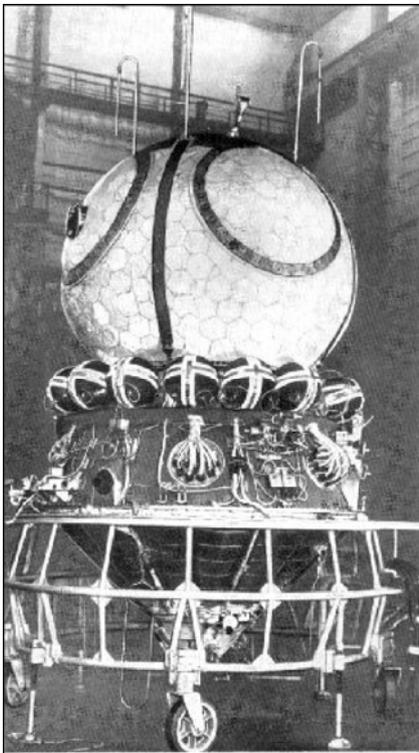
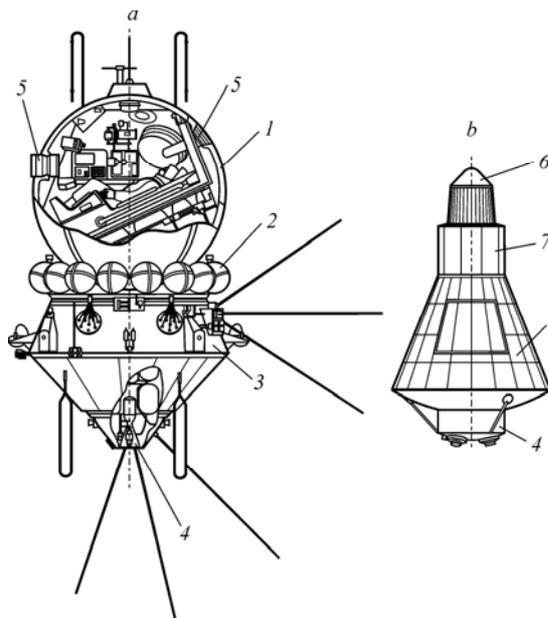


Рис. 21. КК «Восток» в МИКе.

Рис. 22. КК «Восток» (а) и «Меркурий» (b).

1 — спускаемый аппарат, 2 — шар-баллоны, 3 — приборный отсек, 4 — ТДУ, 5 — иллюминаторы, 6 — аэродинамический обтекатель, 7 — парашютный контейнер.



скорости 200 м/с. Он приземлялся со скоростью 5 м/с на парашюте площадью 83,5 м² [10, 41]. Поскольку корабли «Восток» не имели резервного тормозного двигателя, они выводились на низкие орбиты с таким расчетом, чтобы в случае отказа ТДУ могли совершать самостоятельную посадку после нескольких дней полета за счет естественного торможения в верхних слоях атмосферы.

Для изучения поведения живых организмов в условиях невесомости с 22 июля 1951 года по 16 сентября 1960 года в СССР из Капустина Яра было осуществлено 29 пусков ракет Р-1, Р-2 и Р-5 на высоту от 88 до 475 км. Из-за отказов парашютной системы или другого оборудования несколько подопытных животных при испытаниях погибли, но некоторые дворняжки сумели побывать на космической высоте по несколько раз. В ноябре 1957 года Лайка отправилась уже в орбитальный полет, а с 1960 года появилась возможность возвращения животных из космоса на Землю.

В США макака-резус Альберт поднялся на космическую высоту на ракете А-4 уже 18 июня 1948 года, но погиб во время полета. В 1951–52 годах с животными на борту три раза стартовала высотная ракета «Аэроб». 20 сентября 1951 года и 21 мая 1952 года полеты завершились успешно. В 1958–1961 годах в 9 полетах участвовали мыши (Викки, Ласка, Бенджи), обезьяны (Оулд Релайебл, Эйбл, Бейкер, Сэм и Мисс Сэм) и другие биологические объекты. 31 января 1961 года успешный суборбитальный полет на ракете «Меркурий-Редстоун» № 2 совершил шимпанзе Хэм [43].

22 мая 1959 года вышло Постановление ЦК КПСС и СМ СССР № 569-264сс по теме «Восток» о разработке упрощенного экспериментального корабля-спутника «Восток-1» (заводской индекс 1К) для отработки конструкций фоторазведывательного спутника «Восток-2» (2К, будущего «Зенита-2») и пилотируемого корабля «Восток-3» (3К). Еще до официального утверждения проекта в правительстве чертежи на производство корпуса КК уже были направлены на Опытный завод. К концу года появился первый технологический корабль для наземной комплексной отработки его электронной аппаратуры и оборудования. Зимой 1959–1960 года велись интенсивные испытания СА для отработки автоматики приземления и катапультирования кресла космонавта с манекеном путем его сброса с самолетов.

10 декабря 1959 года появилось отдельное Постановление правительства СССР № 1386-618сс по пилотируемому кораблю. Руководство созданием «Востока» осуществлял Совет главных конструкторов, в котором С.П. Королев нес ответственность за общую организацию работы, разработку РН и КК, В.П. Глушко — за

Таблица 1

Дата пуска	Корабль-спутник	Масса, кг	Высота орбиты, км		Примечания
			в перигее	в апогее	
15.05.1960	Восток 1-КП (первый)	4540	312	369	Технологический КА
28.07.1960	Восток 1К	–	–	–	Взрыв РН на 23-й секунде
19.08.1960	Восток 1КА (второй)	4600	306	339	Посадка 20.08.1960
1.12.1960	Восток 1КА (третий)	4563	180	249	Подрыв КА 2.12.1960
22.12.1960	Восток 1КА	–	–	–	Падение вблизи Туры
9.03.1961	Восток 3А (четвертый)	4700	183,5	248,8	Имитация полета человека
25.03.1961	Восток 3А (пятый)	4695	178	247	То же

двигатели первой и второй ступеней РН, М.С. Рязанский — за радиосистемы управления, наблюдения и связи, Н.А. Пилюгин — за системы управления РН и приборы СУ корабля, В.П. Бармин — за стартовый комплекс, В.И. Кузнецов — за гироскопы систем управления, А.Ф. Богомолов — за телеметрическую систему, А.М. Исаев — за ТДУ, С.А. Косберг — за ДУ третьей ступени РН, С.М. Алексеев — за скафандр и катапультируемое кресло космонавта и В.И. Яздовский — за руководство медико-биологической подготовкой космонавтов. Главным проектантом корабля являлся К.П. Феоктистов [41].

Реализацию программ пилотируемых полетов и создания спутника-фоторазведчика «Зенит-2» сильно ускорило объединение летом 1959 года ОКБ-1 с соседним ЦНИИ-58 (бывшим Центральным артиллерийским КБ) В.Г. Грабина вместе с его мощной производственной базой, а также перевод коллектива Б.В. Раушенбаха из НИИ-1 в ОКБ-1 [28].

26 апреля 1960 года С.П. Королев утвердил эскизный проект «Востока-1», но к этому времени технологический корабль-спутник 1-КП фактически уже был готов, и 15 мая состоялся его запуск

(табл. 1). После четырех дней полета из-за отказа датчика инфракрасного построителя местной вертикали корабль сориентировался неверно и вместо торможения и схода с орбиты приобрел дополнительную скорость. Спускаемый аппарат перешел на более высокую орбиту и продержался в космосе до 15 октября 1965 года, до своего естественного входа в атмосферу.

Для запуска «Востоков» использовалась ракета-носитель 8К72К высотой 38,36 м и стартовой массой от 286,4 до 287 тонн, созданная на базе стандартной МБР Р-7 путем добавления третьей ступени (блока Е) от лунной ракеты 8К72 (рис. 23, а). Первая и вторая ступени РН оснащались двигателями 8Д74 (РД-107) и 8Д75 (РД-108) с суммарной тягой у поверхности Земли около 410 тс (табл. 2) [41].

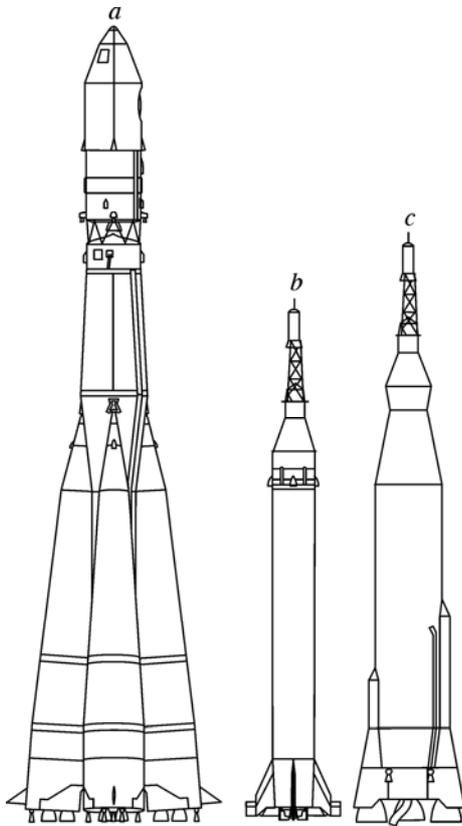


Рис. 23. Ракеты-носители первых пилотируемых КК «Восток» (а), «Меркурий-Редстоун» (b) и «Атлас» (с).

Таблица 2

Ракета-носитель	«Восток»	«Редстоун»	«Атлас-Д»	«Восход»	«Титан-2»	«Союз»
Головной разработчик	ОКБ-1, СССР	Редстоун, США	Конвэр, США	ОКБ-1, СССР	Мартин, США	ОКБ-1, СССР
Первый пуск	15.05.60	19.12.60	14.04.59	16.11.63	8.04.64	26.11.66
Стартовая масса, т	287	29,9	117,7	305,4	156	307,6
Количество ступеней	3	1	1,5	3	2	3
Высота общая, м	38,36	25,4	29,5	44,45	32,75	49,01
Диаметр корпуса, м	2,95*	1,78	3,05	2,95*	3,05	2,95*
Тяга на старте, кН	4029	347	1600	4053	1912	4053
Масса ПН на НОЗО, т	4,73	–	1,38	5,68	3,63	6,56
$\mu_{\text{пн}} = M_{\text{пн}}/M_0, \%$	1,65	–	1,17	1,86	2,33	2,13

* Максимальный диаметр центрального блока (второй ступени).

28 июля 1960 года старт очередной РН 8К72К с экспериментальным кораблем 1К № 1, на борту которого находились собаки Лисичка и Чайка, завершился взрывом камеры сгорания ЖРД бокового блока Г на 23-й секунде полета и падением частей ракеты недалеко от старта. Менее чем через месяц корабль 1К № 2 успешно вышел на околоземную орбиту. Спустя сутки, 20 августа, впервые в истории собаки Белка и Стрелка благополучно вернулись на Землю. Кроме двух собак в СА находились крысы, мыши, насекомые и различные семена.

К тому времени для ускорения работ проектанты пилотируемого варианта корабля ЗК решили отказаться от разработки катапультируемой герметичной капсулы для спасения космонавта на высоте до 90 км и от некоторых других систем. Упрощенный вариант «Востока» получил индекс ЗКА.

После успешного полета Белки и Стрелки было принято решение об осуществлении первого пилотируемого полета в декабре 1960 года после 1–2 запусков корабля «Восток 1К» в октябре–ноябре и двух контрольных запусков «Востока 3А» (ЗКА) в ноябре–декабре 1960 года. Это решение было подкреплено Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР № 1110-462сс от 11 октября 1960 года.

В то время основные усилия ОКБ-1 и его смежников были направлены, прежде всего, на обеспечение запуска первых автоматических КА к Марсу с целью его фотографирования с пролетной траектории и поиска следов жизни на планете. Несмотря на героические усилия, оба пуска АМС «Марс», предпринятые 10 и 14 октября 1960 года, завершились аварией новой четырехступенчатой РН, позже названной «Молнией». 24 октября на 41-й площадке Байконура при подготовке к первому пуску новой МБР на высококипящих компонентах топлива Р-16 конструкции М.К. Янгеля (1911–1971) произошла страшная катастрофа. Она привела к гибели более ста человек, включая первого главнокомандующего Ракетными войсками стратегического назначения (РВСН СССР) Главного маршала артиллерии М.И. Неделина (1902–1960). Эти события задержали очередной испытательный пуск третьего корабля-спутника (1К № 5) до 1 декабря. Сам запуск оказался успешным, но на следующий день из-за нарушения стабилизации при работе ТДУ корабль не получил достаточного тормозного импульса и стал снижаться по слишком пологой траектории. На такой случай, чтобы секреты не попали в чужие руки, беспилотные корабли, как и их тезки-фоторазведчики «Зенит», оснащались специальной системой аварийного подрыва (АПО). Не получив своевременного сигнала от датчиков перегрузок, АПО привело в действие взрывное устройство — космонавтки-дворняжки Пчелка и Мушка погибли. 22 декабря последовала очередная авария РН. На этот раз из-за разрушения газогенератора ЖРД РО-7 (8Д719) спускаемый аппарат корабля-спутника 1К № 6 совершил аварийную посадку в Красно-

ярском крае в глухой тайге в 60 км от Туры. Благодаря случайному отказу катапульты собаки Шутка и Комета остались в спускаемом аппарате и не замерзли от сильного мороза. Спустя 4 дня они были извлечены из контейнера поисковой группой Арвида Палло живыми и невредимыми.

Пока шла разработка ракеты-носителя 8К72К и КК «Восток», в соответствии с постановлениями ЦК КПСС и СМ СССР № 22-100сс от 5 января 1959 года и № 569-264сс от 22 мая 1959 года, состоялся отбор молодых летчиков для подготовки к космическим полетам. Первый отряд кандидатов в космонавты в составе 20 человек окончательно сформировался к 17 июня 1960 года. Для ускоренной подготовки была выделена «ударная шестерка» в составе капитанов П. Поповича и А. Николаева, старших лейтенантов Ю. Гагарина, Г. Титова, В. Варламова и А. Карташова. Позже из-за травм, полученных во время тренировок и при купании, Карташова и Варламова заменили В. Быковский и Г. Нелюбов. После успешной сдачи экзаменов шестерка слушателей 25 января 1961 года получила должности космонавтов и была зачислена в постоянный состав Центра подготовки космонавтов ВВС СССР (рис. 24) [41].

9 и 25 марта 1961 года состоялись зачетные запуски кораблей ЗКА № 1 и № 2 с манекенами космонавтов и собаками Чернушкой и Звездочкой. Они полностью имитировали будущий одновитковый полет первого космонавта. После выключения ТДУ у корабля № 1 своевременно не отделился герметичный разъем кабель-мачты, связывавшей СА и ПО. СА освободился окончательно только после перегорания кабель-мачты, поэтому отклонение реальной точки приземления от расчетной составило 412 км. Полет ЗКА №2 (пятого корабля-спутника) по той же причине завершился отклонением точки приземления СА на 660 км. Только после аналогичного случая при возвращении Г. Титова удалось выяснить, что кабели питания пиропатронов, предназначенных для отстрела герморазъема, ошибочно были проложены через пируножи и срезались сразу же после подачи сигнала на разделение отсеков.



Рис. 24. «Ударная шестерка» космонавтов вместе с наставниками.

Сидят (слева направо): А.Г. Николаев, Ю.А. Гагарин, С.П. Королев, Е.А. Карпов (врач, первый начальник ЦПК) и Н.К. Никитин (инструктор по парашютной подготовке). Стоят: П.Р. Попович, Г.Г. Нелюбов, Г.С. Титов и В.Ф. Быковский.

Рис. 25. Ю.А. Гагарин.

Стремительно приближался день первого полета человека в космос. Спешили и мы, и американцы. Срочно разрабатывались сами КК, дорабатывались их системы жизнеобеспечения, ориентации и управления, возвращения с орбиты и приземления, решались научные, технологические, медико-биологические и многие другие проблемы, налаживалось производство новых материалов, отбирались и готовились кандидаты в космонавты, создавались сети командно-измерительных пунктов, служб слежения, поиска и эвакуации космонавтов и т. д.



29 марта 1961 года Государственная комиссия по первому пилотируемому полету в космос заслушала доклад С.П. Королева о готовности к полету, а Военно-промышленная комиссия на своем заседании приняла решение произвести следующий запуск «Востока» в пилотируемом варианте. 3 апреля Президиум ЦК КПСС дал разрешение на полет, а 4 апреля Главком ВВС К.А. Вершинин подписал полетные удостоверения Ю.А. Гагарина, Г.С. Титова и Г.Г. Нелюбова. 6 апреля С.П. Королев, М.В. Келдыш и Н.П. Каманин утвердили задание космонавту на одновитковый полет. 8 апреля на Байконуре на открытом заседании Госкомиссии первым кандидатом на полет был утвержден Ю.А. Гагарин, запасным — Г.С. Титов [21, 41].

12 апреля полет Юрия Алексеевича Гагарина прошел успешно, и вернулся бывший старший лейтенант ВВС (рис. 25) на Землю уже в звании майора. За свой героический полет он удостоился званий Героя Советского Союза, заслуженного мастера спорта (за установление первых мировых рекордов по классу орбитальных космических полетов) и пилота первого класса. 14 апреля Москва устроила грандиозный прием первого летчика-космонавта планеты. Его исторический полет всеми был воспринят с большим восторгом и воодушевлением, с верой и надеждой на скорые путешествия землян на Венеру и Марс.

Многие подробности полета Ю.А. Гагарина, как и последующих советских космонавтов, стали известны общественности только спустя многие годы. В действительности из-за отказа блока питания антенны у системы радиуправления ракето-носителя двигатель второй ступени выключился с опозданием. По этой причине высота апогея КК «Восток» оказалась значительно выше расчетной. На такой орбите (табл. 3) КК мог находиться 15–20 дней, и при отказе ТДУ ресурсов СЖО явно не хватило бы для сохранения жизни космонавта до естественного входа СА в атмосферу. При торможении из-за утечки части топлива ТДУ выключилась чуть раньше, и газ наддува, продолжавший поступать в рулевые камеры, дал кораблю сильную закрутку. Кроме того, досрочное отключение ТДУ привело к разделению отсеков по сигналу от термодатчика на высоте около 100 км по резервному варианту. В итоге СА приземлился на левом берегу Волги со значительным перелетом от расчетной точки приземления (рис. 26). На фоне таких серьезных замечаний совсем мелочью казались отрыв контейнера с надувной лодкой и аварийным запасом при раскрытии основного парашюта Гагарина после катапультирования и непроизвольное раскрытие укладки запасного парашюта [41, 44, 45].

Таблица 3

Корабль	Дата запуска	Экипаж	Дублиры	Масса КК, кг	Высота орбиты, км		Длит. полета, час:мин.
					в перигее	в апогее	
Восток	12.04.1961	Гагарин Ю.А.	Титов Г.С.	4725	181	327	1:48
Восток-2	6.08.1961	Титов Г.С.	Николаев А.Г.	4731	183	244	25:18
Восток-3	11.08.1962	Николаев А.Г.	Быковский В.Ф.	4722	180,7	234,6	94:22
Восток-4	12.08.1962	Попович П.Р.	Комаров В.М.	4728	179,8	236,7	70:57
Восток-5	14.06.1963	Быковский В.Ф.	Волынов Б.В.	4720	174,7	222,1	119:07
Восток-6	16.06.1963	Терешкова В.В.	Соловьева И.Б.	4713	180,9	231,1	70:50
Восход	12.10.1964	Комаров В.М., Феокистов К.П., Егоров Б.Б.	Волынов Б.В., Катыс Г.П., Лазарев В.Г.	5320	177,5	408	24:17
Восход-2	18.03.1965	Беляев П.И., Леонов А.А.	Горбатко В.В., Заикин Д.А.	5682	173,5	497,7	26:02

За 1961–1965 годы Советский Союз осуществил шесть запусков одноместных КК «Восток» и два полета многоместных КК «Восход», созданных на базе «Востока» для быстрого решения новых престижных задач (табл. 3). Не удалось полностью выполнить лишь программу полета «Востока-5», рассчитанную на 8 дней (на этот раз из-за выхода КК на слишком низкую орбиту). На кораблях «Восток» и «Восход» предполагалось совершить еще несколько пилотируемых полетов, включая полет женского экипажа, но по разным причинам они не состоялись.

По инициативе ВВС США поисковые работы по «пилотируемой баллистической ракете» были начаты уже в начале 1956 года. Вскоре после запуска первого советского спутника Национальный консультативный комитет по аэронавтике (НАСА) сформировал в Центре Лэнгли в Хэмптоне оперативную группу Space task group из 36 человек во главе с Робертом Гилрутом, которая приступила к активному изучению и проработке широкого круга вопросов, связанных с созданием аппарата для полета человека в космос. После перевода в 1962 году в Хьюстон эта группа составила основу Космического центра им. Джонсона.

1 сентября 1958 года президент Д. Эйзенхауэр своим указом возложил ответственность за осуществление гражданской части космической программы США на создаваемое Национальное управление по аэронавтике и космосу (НАСА). 7 октября 1958 года первый руководитель НАСА К. Гленнан утвердил конечный вариант бывшего проекта ВВС США «Человек в космосе» (Man-In-Space-Soonest). Эта дата стала официальным началом проекта «Меркурий», хотя сама программа

пилотируемого полета НАСА получила наименование Project Mercury только 26 ноября. Главным проектантом «Меркурия» и остальных КК США, включая «Спейс Шаттл», был Макс Фаже (M. Faget).

НАСА направило техническое задание на разработку КК промышленным фирмам 17 ноября, а контракт на проектирование и изготовление 12 летних экземпляров «Меркурия» (по 6 кораблей для суборбитальных и орбитальных полетов)



Рис. 26. СА «Востока» после приземления.

Рис. 27. Ракета «Литтл Джо» с КК «Меркурий».

был подписан с победителем конкурса фирмой McDonnell Aircraft Corporation 6 февраля 1959 года. Из-за отсутствия мощных ракет-носителей разработчики корабля, чаще всего называемого капсулой «Меркурий», были жестко ограничены по его массе и объему. Несмотря на трудности, уже 25 января следующего года фирма сдала заказчику первый корабль.

Корабль «Меркурий» (см. рис. 22, *b*) имел форму усеченного конуса с цилиндром общей длиной 2,92 м (вместе с ТДУ — 3,34 м и с системой аварийного спасения (САС) — 7,91 м), максимальным диаметром 1,89 м и массой от 1,83 тонны (включая САС при суборбитальных полетах) до 1,38 тонны (в орбитальном варианте). Он изготовлялся из жаропрочных титанового и никелевого сплавов. Твердотопливная САС устанавливалась на сбрасываемой ферменной конструкции. Стабилизация и ориентация КК осуществлялась с помощью восемнадцати реактивных сопел, работавших на перекиси водорода. Для возвращения с орбиты на днище корабля располагались 3 тормозных твердотопливных двигателя (РДТТ) с тягой по 4,5 кН и продолжительностью работы 10 секунд, которые включались последовательно с 5-секундным интервалом. После торможения они отделялись от капсулы. Для схода с орбиты было достаточно работы и одного РДТТ. Корабли «Меркурий», как и советские «Востоки», совершали баллистический спуск, но приводнялись в океане. Перед приводнением лобовой теплозащитный экран отстреливался и вытягивал амортизатор из прорезиненной ткани на 1,2 м, но не отделялся, что позволяло придать капсуле дополнительную остойчивость в воде.

Только за 1959 год для отработки парашютной системы корабля было проведено более 100 сбросов макета «Меркурия» с самолетов. С 21 августа 1959 года для испытаний РН, САС и оборудования корабля американцы провели 20 пусков твердотопливных ракет «Литтл Джо» (рис. 27), «Редстоун» (рис. 23, *b* и 28), «Атлас-Д» (рис. 23, *c* и 29) и легкой твердотопливной РН «Блю Скаут-2» со связным оборудованием КК (табл. 4).



В США уже 2 апреля 1959 года из 508 кандидатов было отобрано 7 пилотов для полета на КК «Меркурий» (рис. 30). В отличие от советских кандидатов в космонавты, астронавтом мог стать лишь квалифицированный летчик-испытатель со степенью бакалавра наук и с налетом не менее 1500 часов. Специалисты США с самого начала решили, что астронавты будут активно заниматься управлением КК на всех этапах полета. Поскольку наши КК



Рис. 28. Старт ракеты «Меркурий-Редстоун».



Рис. 29. Старт РН «Атлас-Д» с КК «Меркурий».

создавались полностью автоматизированными, основными критериями отбора советских космонавтов служили, прежде всего, отличное здоровье и хорошие анкетные данные кандидатов.

В принципе, первый суборбитальный полет американского астронавта мог состояться раньше полета Ю.А. Гагарина, на что сильно надеялся руководитель Целевой космической группы (STG) Р. Гилрут. Однако для оценки внесенных в конструкцию последних изменений фон Браун настоял на еще одном беспилотном запуске ракеты «Меркурий-Редстоун» 24 марта 1961 года. Назначенный на 2 мая старт

Алана Шепарда (рис. 31) из-за гроз был перенесен на 5 мая. Запуск первого американского астронавта транслировался телевидением на всю страну. Капсула Freedom-7 приводнилась через 15 минут 22 секунды после старта с перелетом 11 км от расчетной точки.

По программе «Меркурий» было осуществлено шесть пилотируемых полетов: два — по баллистической траектории с помощью модифицированной ракеты «Редстоун» и четыре орбитальных — с помощью РН «Атлас-Д» (табл. 5). 21 июля из-за внезапного отстрела люка и захлестывания волнами вскоре после приводнения Вирджилл Гриссом вынужден был выпрыгнуть в океан и чуть не захлебнулся.

Таблица 4

Обозначение испытания	Дата	Место	Примечания
LJ-1	Little Joe 1	о. Уоллопс	За 31 минуту до старта сработала САС
BJ-1	Big Joe 1 (Atlas 10-D)	м. Канаверал	Исследование теплозащиты, $H = 153$ км, $L = 2408$ км
LJ-6	Little Joe 6	о. Уоллопс	Проверка ракеты с макетом, $H = 59,5$ км
LJ-1A	Little Joe 1A	о. Уоллопс	Испытание САС при q_{\max}
LJ-2	Little Joe 2	о. Уоллопс	Испытание САС с макакой Сэм
LJ-1B	Little Joe 1B	о. Уоллопс	Испытание САС с макакой Мисс Сэм
BA-1	Beach Abort	о. Уоллопс	Проверка САС на старте
MA-1	Mercury-Atlas 1	м. Канаверал	Отрыв КК от Atlas-D на 58-й с. полета
LJ-5	Little Joe 5		Связка САС и КК упала в океан
MR-1	Mercury-Redstone 1	м. Канаверал	При старте выключилась ДУ ракеты
MR-1A	Mercury-Redstone 1A	м. Канаверал	Успешный суборбитальный полет, $H = 210$ км
MR-2	Mercury-Redstone 2	м. Канаверал	Суборбитальный полет шимпанзе Хэма, $H = 253$ км, $L = 672$ км
MA-2	Mercury-Atlas 2	м. Канаверал	Успешный суборбитальный полет
LJ-5A	Little Joe 5A	о. Уоллопс	Преждевременное срабатывание САС
MR-BD	Mercury-BD	м. Канаверал	Контрольный пуск РН с макетом КК
MA-3	Mercury-Atlas 3	м. Канаверал	Подрыв РН на 43,3 с полета
LJ-5B	Little Joe 5B	о. Уоллопс	Успешное испытание САС при q_{\max}
MA-4	Mercury-Atlas 4	м. Канаверал	Испытание КК в одновитковом полете
MS-1	Mercury-Scout 1		Взрыв РН Scout-2 на 43-й с полета
MA-5	Mercury-Atlas 5	м. Канаверал	Двухвитковый полет шимпанзе Енос



Рис. 30. Первая группа американских астронавтов перед самолетом F-106B.

Слева направо: Скотт Карпентер, Гордон Купер, Джон Гленн, Вирджилл Гриссом, Уолтер Ширра, Алан Шепард, Дональд Слейтон.

К тому же, вскоре из-за перегрева двигателя пилоты летевшего к авианосцу вертолета сбросили свой драгоценный груз в океан. Капсула Liberty Bell-7 утонула на глубине 4890 м. Увлеченный идеей спасения капсулы специалист по глубоководным аппаратам Керт Ньюпорт обнаружил ее в пучине Атлантического океана в начале мая 1999 года и сумел поднять наверх 20 июля. После реставрации капсулу «Колокол свободы» поместили в Выставочном комплексе Космического центра им. Кеннеди на мысе Канаверал.

25 мая 1961 года, менее чем через две недели после триумфального полета Ю.А. Гагарина, новый президент США Д.Ф. Кеннеди выступил с обращением к нации осуществить до конца десятилетия полет астронавтов на Луну с их безопасным возвращением на Землю. В качестве подготовительного этапа программы «Аполлон» для отработки управляемого спуска и стыковок двух кораблей в космосе был реализован проект «Джемини». По этой программе с 8 апреля 1964 года по 15 ноября 1966 года было осуществлено 2 беспилотных и 10 пилотируемых полетов двухместных КК массой 3,2–3,8 тонны [10, 41]. Первый пуск лунной ракеты США «Сатурн-5» высотой 110,7 м, диаметром корпуса первых двух ступеней 10,06 м и стартовой массой 2812 тонн состоялся 9 ноября 1967 года [24]. Основная цель программы «Аполлон», обошедшейся американцам в 24 миллиарда долларов по ценам того времени, была достигнута 21 июля



Рис. 31. Первый астронавт США А. Шепард.

Таблица 5

Корабль	Дата запуска	Пилот	Дублер	Масса КК, кг	Длит. полета, час:мин.	Примечания
MR-3	05.05.1961	А. Шепард	Дж. Гленн	1832	0:15	Суборбитальный полет
MR-4	21.07.1961	В. Гриссом	Дж. Гленн	1832	0:16	– " –
МА-6	20.02.1962	Дж. Гленн	С. Карпентер	1355	4:55	3-витковый полет
МА-7	24.05.1962	С. Карпентер	У. Ширра	1349	4:56	– " –
МА-8	30.10.1962	У. Ширра	Г. Купер	1374	9:13	6-витковый полет
МА-9	15.05.1963	Г. Купер	А. Шепард	1376	34:20	1,5-суточный полет

1969 года, когда астронавты КК «Аполлон-11» Нейл Армстронг и Эдвин Олдрин впервые ступили на лунную поверхность и пробыли там 21 час 36 минут. Всего по программе «Аполлон» было осуществлено 9 экспедиций к Луне, и только полет «Аполлона-13» завершился аварийным возвращением экипажа на Землю. В ходе этих полетов 24 астронавта побывали на окололунной орбите, а 12 из них — на Луне [41, 46].

После выполнения программы «Аполлон» США переключили свое основное внимание на создание многоазовой воздушно-космической системы «Спейс Шаттл», разработка которой официально началась 26 июля 1972 года, а затем — орбитальной станции Freedom, постепенно трансформировавшейся в Международную космическую станцию (МКС) стоимостью в 100 миллиардов долларов (рис. 32). Первый испытательный запуск «Спейс Шаттл» с орбитальным аппаратом «Колумбия» состоялся 12 апреля 1981 года, ровно через 20 лет после полета Ю.А. Гагарина.

В СССР также широко велись работы по пилотируемым полетам к Луне. Уже 23 июня 1960 года вышло постановление ЦК КПСС и СМ СССР «О создании мощных ракет-носителей, спутников, космических кораблей и освоении космического пространства в 1960–1967 годах», предусматривавшее создание мощной РН Н-1, способной выводить на низкую околоземную орбиту 40–50 тонн и разгонять до второй космической скорости 10–20 тонн. От предшествовавшего проекта облета Луны С.П. Королева с помощью многомодульной связки реализованным оказался лишь двухместный КК «Союз», последние модификации которого летают до



Рис. 32. Международная космическая станция (сентябрь 2009 г.).

сих пор. Завершился практически ничем и следующий советский проект облета Луны с помощью ракетного комплекса УР-500К-Л-1 («Протон-К-Л-1»). За 1967–1970 годы было произведено 12 пусков этого комплекса в беспилотном варианте, из них полностью успешными оказались только два последних запуска («Зонда-7» 8.08.1969 и «Зонда-8» 20.10.1970). Лунная ракета Н-1 по высоте и своей массе (105,3 м и 2820 тонн) в конечном итоге практически оказалась почти такой же, как и «Сатурн-5», но отсутствие кислородно-водородных ЖРД отрицательно сказалось на величине ее полезной нагрузки. Более того, все четыре испытательных пуска Н-1 (21.02. и 3.07.1969, 27.06.1971 и 22.11.1972) завершились авариями еще на этапе работы ее первой ступени [41, 47]. К сожалению, почти такой же печальной оказалась и судьба более успешной программы «Энергия–Буран», разрабатывавшейся под руководством В.П. Глушко и закрытой после двух успешных запусков вскоре после развала СССР.

Несмотря на потери (КК «Союз-1», «Аполлон-1», «Союз-11», «Челленджер» и «Колумбия»), понесенные на неизведанном пути, за полвека, истекшие с полета Юрия Гагарина, пилотируемая космонавтика достойно преодолела многие трудности и продемонстрировала всему миру реальные возможности человечества в освоении космического пространства. 15 октября 2003 года к России и США, давно освоивших пилотируемые космические полеты, присоединилась Народная Республика Китай. В настоящее время планы разработок своих пилотируемых кораблей имеют также Европейское космическое агентство, Индия и Япония. К космическим полетам, наравне с правительственными организациями, уже подключились и частные фирмы. Совсем недавно, 8 декабря 2010 года совершила успешный полет созданная американской компанией SpaceX ракета-носитель «Фалкон-9» с возвращаемым аппаратом «Дрэгон», который в скором будущем может заняться доставкой грузов, а затем и астронавтов на МКС, частично заменив российские «Прогресс-М» и «Союзы-ТМА». Уже в 2012 году ожидаются первые коммерческие пилотируемые полеты туристов на высоту более 100 км на 7-местном аппарате SpaceShipTwo, разработанном компанией Scaled Composites по заказу Virgin Galactic британского антрепренера Ричарда Брэнсона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лей В. Ракеты и полеты в космос. М.: Военное издательство МО СССР, 1961. 424 с.
2. Глушко В.П. Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1987. 304 с.
3. Уманский С.П. Космическая одиссея. М.: Мысль, 1988. 288 с.
4. Пионеры ракетной техники. Кибальчич, Циолковский, Цандер, Кондратюк. Избранные труды. М.: Наука, 1964. 672 с.
5. Пионеры ракетной техники. Гансвиндт, Годдард, Эсно-Пельтри, Оберт, Гоман. Избранные труды (1891–1938). М.: Наука, 1977. 632 с.
6. Сокольский В.Н. Основные направления развития ракетно-космической техники (до середины 40-х гг. XX в.) // Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники. М.: Наука, 1983. Вып. 2. С. 140–201.
7. Максимов А.И. Основоположник космонавтики // Теплофизика и аэромеханика. 2007. Т. 14, № 3. С. 329–342.
8. Циолковский К.Э. Реактивные летательные аппараты. М.: Наука, 1964. 476 с.
9. Желнина Т.Н. К.Э. Циолковский (развернутая биохроника жизни и научной деятельности). М.: Знание, 1999. 170 с.
10. Космонавтика. Энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1985. 528 с.
11. Первушин А. Космонавты Сталина. Межпланетный прорыв Советской империи. М.: Эксмо, Яуза, 2005. 512 с.
12. Гэтланд К. Космическая техника. Иллюстрированная энциклопедия. М.: Мир, 1986. 296 с.
13. Фридрих Цандер. Собрание трудов. Рига: Изд-во Зинатне, 1977. 568 с.
14. Максимов А.И. Пионеры ракетной техники Ф.А. Цандер и Ю.В. Кондратюк // Теплофизика и аэромеханика. 2007. Т. 14, № 4. С. 495–520.

15. Романенко Б.И. Звезда Кондратюка–Шаргея. Калуга: Облиздат, 1998. 184 с.
16. Голованов Я.К. Королев: Факты и мифы. М.: Наука, 1994. 800 с.
17. Королева Н.С. С.П. Королев: Отец: К 100-летию со дня рождения. Кн. 2: 1938–1956 годы. М.: Наука, 2007. 314 с.
18. Максимов А.И. Основоположник современной космонавтики // Теплофизика и аэромеханика. 2006. Т. 13, № 4. С. 507–529.
19. Качур П.И., Глушко А.В. Валентин Глушко. Конструктор ракетных двигателей и космических систем. СПб: Политехника, 2008. 760 с.
20. Однажды и навсегда. Документы и люди о создателе ракетных двигателей и космических систем академике Валентине Петровиче Глушко. М.: Машиностроение, 1998. 632 с.
21. Черток Б.Е. Ракеты и люди: Фили – Подлипки – Тюратам. М.: Машиностроение, 1996. 446 с.
22. Черток Б.Е. Ракеты и люди. М.: Машиностроение, 1995. 416 с.
23. Орлов А.С. Секретное оружие третьего рейха. М.: Наука, 1975. 160 с.
24. Максимов А.И. Космическая одиссея или краткая история развития ракетной техники и космонавтики. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991. 216 с.
25. Черток Б.Е. Ракеты и люди. От самолетов до ракет. М.: РТСофт, 2006. 350 с.
26. Фаворский В.В., Мещеряков И.В. Космонавтика и ракетно-космическая промышленность: в 2 кн. Кн. 1. Зарождение и становление (1946–1975). М.: Машиностроение, 2003. 344 с.
27. Грин Ч.Ф. Применение ракет V-2 (А-4) для исследований верхней атмосферы // Ракетные исследования верхней атмосферы. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957. С. 39–61.
28. Черток Б.Е. Ракеты и люди. Подлипки – Капустин Яр – Тюратам. М.: РТСофт, 2006. 656 с.
29. Королева Н.С. С.П. Королев: Отец: К 100-летию со дня рождения. Кн. 3: 1957–1966 годы. М.: Наука, 2007. 254 с.
30. Феодосьев В.И. Основы техники ракетного полета. М.: Наука, 1979. 496 с.
31. Келдыш М.В. Избранные труды. Математика. М.: Наука, 1985. 448 с.
32. Келдыш М.В. Избранные труды. Ракетная техника и космонавтика. М.: Наука, 1988. 494 с.
33. Патон Б.Е. Президент Академии // Сб.: Советские ученые. Очерки и воспоминания. М.: Изд-во Агентства печати Новости, 1982. 448 с.
34. Фомин В.М., Аульченко С.М., Звегинцев В.И. Полет гиперзвукового летательного аппарата с прямоточным воздушно-реактивным двигателем по рикошетирующей траектории // Прикладная механика и техническая физика. 2010. Т. 51, № 4. С. 85–94.
35. Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева: Избранные труды и документы. М.: Наука, 1980. 592 с.
36. Рахманин В.Ф. Выбор размерности камеры двигателя ракеты Р-7 // Актуальные проблемы российской космонавтики. Труды XXXI академических чтений по космонавтике. Москва, 30 января – 1 февраля 2007 г. М.: Комиссия РАН, 2007. 500 с.
37. Кантемиров Б.Н. К истории поиска конструктивно-компоновочного построения первой МБР Р-7. В сб.: Освоение аэрокосмического пространства: прошлое, настоящее, будущее. М.: ИИЕТ РАН, 1997. 202 с.
38. Бажин И.К. О работах М.К. Тихонравова по составным ракетам и искусственным спутникам Земли в 1946–1956 гг. // Новости космонавтики, 2003, № 8.
39. Брыков А.В. К тайнам Вселенной. М.: Инвенция, 1993. 352 с.
40. Из истории советской космонавтики (Сборник памяти академика С.П. Королева). М.: Наука, 1983. 264 с.
41. Афанасьев И.Б., Батурин Ю.М., Белозерский А.Г. и др. Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди. М.: РТСофт, 2005. 752 с.
42. Рабинович Б.И., Брусиловский А.Д. От баллистической ракеты Р-1 до космического комплекса «Энергия-Буран». О людях и свершениях. М.: ИКИ РАН–ИД «Космос», 2009. 480 с.
43. Гюрджиан А.А. Истоки и некоторые вехи становления космической медицины // Освоение аэрокосмического пространства: прошлое, настоящее, будущее. М.: ИИЕТ РАН, 1997. 202 с.
44. Устинов Ю.С. Бессмертие Гагарина. М.: Герои Отечества, 2004. 890 с.
45. Ребров М. Космические катастрофы. Странички из секретного досье. М.: Экспресс-НВ, 1996. 176 с.
46. Максимов А.И. 40 лет пилотируемой космонавтике // Теплофизика и аэромеханика. 2000. Т. 8, № 1. С. 5–26.
47. Черток Б.Е. Ракеты и люди: Лунная гонка. М.: Машиностроение, 1999. 576 с.

Статья поступила в редакцию 12 января 2011 г.